

Université de Sherbrooke

Effet de l'ajout de la coactivation musculaire aux exercices de renforcement chez des individus souffrant de tendinopathie de la coiffe des rotateurs

Par
Nicolas Boudreau
Programme de recherche en sciences de la santé

Mémoire présenté à la Faculté de médecine et des sciences de la santé
en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences (M. Sc.)
en sciences de la santé

Sherbrooke, Québec, Canada
Juin 2018

Membres du jury d'évaluation
Nathaly Gaudreault, pht., Ph.D, directeur
Frédéric Balg, MD., co-directeur
Yannick Tousignant-Laflamme, pht., Ph.D, évaluateur interne
François Desmeules, pht., Ph.D, évaluateur externe, École de réadaptation, Faculté de
Médecine, Université de Montréal

© Nicolas Boudreau, 2018

SOMMAIRE

Effet de l'ajout de la coactivation musculaire aux exercices de renforcement chez des individus souffrant de tendinopathie de la coiffe des rotateurs

Par

Nicolas Boudreau

Programmes recherche en sciences de la santé

Mémoire présenté à la Faculté de médecine et des sciences de la santé en vue de l'obtention du diplôme de maître ès sciences (M.Sc.) en sciences de la santé, Faculté de médecine et des sciences de la santé, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada, J1H 5N4

La tendinopathie de la coiffe des rotateurs (TCR) est la condition pathologique la plus fréquente à l'épaule. Parmi l'éventail des interventions utilisées en physiothérapie pour traiter la condition, les exercices thérapeutiques ont été montrés les plus efficaces. Cependant, les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas de statuer sur le type d'exercices thérapeutiques à recommander. Cette étude visait à évaluer l'efficacité de l'ajout de la coactivation des adducteurs gléno-huméraux à un programme de renforcement de la coiffe des rotateurs (CR) chez des individus souffrant de TCR. Quarante-deux participants ont été recrutés et randomisés dans l'un des deux groupes d'intervention : Les participants du groupe «renforcement conventionnel » (RCEx) effectuaient des exercices de renforcement du trapèze, du dentelé antérieur, des rotateurs médiaux et des rotateurs latéraux gléno-huméraux; les participants du groupe «renforcement conventionnel + coactivation » (RCEx+coactivation) effectuaient les mêmes exercices, mais devaient effectuer et maintenir un abaissement actif de la tête humérale grâce au recrutement du grand pectoral et du grand dorsal lors du renforcement des rotateurs médiaux et latéraux. L'intervention était d'une durée de six semaines. Les variables dépendantes étaient la fonction (le « Disabilities of Arm, Shoulder and Hand questionnaire » [DASH] et le « Western Ontario Rotator Cuff Index » [WORC]), la douleur au repos et au mouvement (l'échelle visuelle analogue [EVA]), l'impression de changement (le « Patient global Impression of Change » [PGIC]), la distance acromio-humérale (DAH) et la force musculaire ont été évaluées à zéro, trois et six semaines. Les données ont été analysées avec des ANOVA mixtes. Les résultats montrent que l'ajout de la coactivation aux exercices de renforcement de la CR n'apporte pas de bénéfice supplémentaire.

Mots clés : Tendinopathie de la coiffe des rotateurs, exercices thérapeutiques, physiothérapie

SUMMARY

Effect of Adding Muscle Coactivation to Regular Shoulder Strengthening Exercises With Patients Suffering of Rotator Cuff Tendinopathy

By

Nicolas Boudreau

Health sciences Program

A thesis presented to the Faculty of Medicine and Health Sciences in partial fulfillment of the requirements of the degree of Master of Science in Health sciences, Faculty of Medicine and Health Sciences, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada, J1H 5N4

Treatments for rotator cuff (RC) tendinopathy include RC muscle strengthening to promote better muscle recruitment in order to minimize subacromial narrowing. Glenohumeral adductors recruitment has also been shown to prevent such narrowing; therefore, adding glenohumeral adductor coactivation during RC strengthening could enhance the effectiveness of RC strengthening. No study has, however, explored its benefits. To compare the short-term efficacy of adding glenohumeral adductor coactivation (RCEx+coactivation) to a RC strengthening program (RCEx) to improve function, reduce symptoms and increase acromiohumeral distance (AHD) in adults with RC tendinopathy. Forty-two participants with RC tendinopathy were randomly assigned to RCEx (strengthening of the scapular and RC muscles) or RCEx+coactivation (addition of glenohumeral adductor recruitment while performing RC strengthening) group. The daily programs were performed at home for six weeks. Functional limitations/symptoms (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand score [DASH – primary outcome], Western Ontario Rotator Cuff index [WORC]), pain (Visual Analogue Scale [VAS]), AHD (0°, 30° and 60° of abduction) and strength were measured at baseline, 3 weeks and 6 weeks. Data were analyzed using mixed model ANOVAs. Our findings show that adding glenohumeral adductor coactivation to a RC strengthening program does not result in improved short-term efficacy in any of the measured outcomes..

Key words: Shoulder pain, therapeutic exercises, physiotherapy.

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre 1 : Introduction.....	1
Chapitre 2 : Recension des écrits	3
2.1 Le complexe de l'épaule	3
2.1.1 Ostéologie et arthrologie	3
2.1.2 Ostéocinématique de l'épaule.....	3
2.1.3 La stabilité passive de l'articulation glénohumérale	6
2.1.4 La stabilité active de l'épaule	7
2.2 Physiopathologie de la TCR	9
2.2.1 Les mécanismes intrinsèques de la TCR.....	10
2.2.2 Les mécanismes extrinsèques de la TCR	12
2.2.3 Mécanismes centraux de la TCR.....	14
2.3 Les conséquences de la TCR	15
2.4 Les traitements	15
2.4.1 Chirurgie.....	15
2.4.2 Anti-inflammatoires non-stéroïdiens et corticostéroïdes	16
2.4.3 Électrothérapie.....	17
2.4.4 Thérapie manuelle	18
2.4.5 Bandage thérapeutique (« taping »).....	19
2.2.6 Acupuncture / aiguilles sèches	19
2.4.7 Exercices thérapeutiques	20
2.5 Conclusion de la recension des écrits	25
Chapitre 3 : Objectifs et Hypothèses	26
3.1 Objectifs de l'étude	26

3.1.1 Objectif principal.....	26
3.1.2 Objectif secondaire.....	26
3.2 Hypothèses	26
3.2.1 Hypothèse principale	26
3.2.2 Hypothèses secondaires	26
Chapitre 4 : Matériel et méthode	27
4.1 Modèle théorique	27
4.2 Dispositif de recherche.....	28
4.3 Population, échantillon et recrutement.....	28
4.3.1 Population cible et accessible.....	28
4.3.2 Échantillon.....	28
4.3.3 Critères d'inclusion	28
4.3.4 Critères d'exclusion.....	29
4.3.5 Recrutement.....	29
4.3.6 Assignment aléatoire et aveugle.....	30
4.4 Variables	30
4.4.1 Variables indépendantes.....	30
4.4.2 Variable dépendante primaire et instrument de mesure	32
4.4.3 Variables dépendantes secondaires et instruments de mesure	32
4.5 Déroulement de l'étude.....	34
4.6 Analyse statistique	36
4.7 Considération éthique	36
Chapitre 5 : Résultats.....	38
5.1 Résultats de l'objectif principal	38
5.1.1 : Avant-propos :.....	38

5.1.2 : Article.....	39
5.2 Résultats de l'objectif secondaire	67
5.2.1 Impression de changement	67
5.2.2 Force musculaire	70
Chapitre 6 : Discussion	73
6.1 Effet des interventions sur la fonction et qualité de vie	73
6.2 Effet des interventions sur la douleur	74
6.3 Impression de changement.....	76
6.4 Effet des interventions sur distance acromio-humérale	77
6.4 Effet des interventions sur la force musculaire	78
6.5 Forces et limites	79
6.6 Retombées cliniques	80
6.7 Recherches futures	81
Chapitre 7 : Conclusion	82
Liste des références.....	83
Annexe 1	95
Annexe 2	98
Annexe 3	105
Annexe 4.....	118

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Mouvements scapulaires	4
Tableau 2	Mouvement gléno-huméraux	5
Tableau 3	Score moyen et différence moyenne des mesures de force musculaire avec T ₀ (intervalle de confiance à 95%)	70

Tableaux de l'article 1

Table 1	<i>Participant Characteristics and Dependent Variables at Baseline</i>	50
Table 2	<i>Exercise Program Compliance Rate</i>	51
Table 3	<i>Mean scores of DASH, WORC, VASrest and VASmovement at baseline, 3 weeks and 6 weeks as well as within-group change from baseline at 3 weeks and 6 weeks.....</i>	52
Table 4	<i>Mean measure of AHD at 0°, 30° and 60° at baseline, 3 weeks and 6 weeks as well as within-group change from baseline at 3 weeks and 6 weeks.....</i>	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Modèle théorique de l'effet de la coactivation lors de la prescription d'exercices	27
Figure 2	Dispositif de recherche et temps de mesure.....	36
Figure 3	Résultats du PGIC-fonction à trois semaines (T ₁)	66
Figure 4	Résultats du PGIC-fonction à six semaines (T ₂)	67
Figure 5	Résultats du PGIC-douleur à trois semaines (T ₁)	68
Figure 6	Résultats du PGIC-douleur à six semaines (T ₂).....	68

Figures de l'article 1

Figure 1	<i>Flow diagram for participant recruitment, allocation and analysis</i>	51
Figure 2	<i>DASH scores for the RCEEx group (n=21) and the RCEEx+coactivation group (n=21) at baseline, 3 weeks and at the end of the intervention (6 weeks).</i>	54
Figure 3	<i>WORC scores for the RCEEx group (n=21) and the RCEEx+coactivation group (n=21) at baseline, 3 weeks and at the end of the intervention (6 weeks).</i>	55
Figure 4	<i>VASrest scores for the RCEEx group (n=21) and the RCEEx+coactivation group (n=21) at baseline, 3 weeks and at the end of the intervention (6 weeks).</i>	56
Figure 5	<i>VASmovement scores for the RCEEx group (n=21) and the RCEEx+coactivation group (n=21) at baseline, 3 weeks and at the end of the intervention (6 weeks).</i>	56
Figure 6	<i>AHD measures for the RCEEx group (n=21), the RCEEx+coactivation group (n=21) and all participants (n=42) at 0°, 30° and 60° of abduction.</i>	57

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ANOVA	« Analysis of variance »
IC	Intervalle de confiance
CIUSSS	Centre Intégré Universitaire de Santé et de Services Sociaux
CHUS	Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke
CMD	Changement minimal détectable
CNS	« Central nervous system »
CURE	Clinique Universitaire de Réadaptation de l'Estrie
CR	Coiffe des rotateurs
CRCHUS	Centre de recherche du Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke
CS	« Coactivation strengthening »
DAH	Distance acromio-humérale
DASH	« Distabilities of Arm, Shoulder and Hand »
DMCS	Différence minimale cliniquement significative
ECR	Essai Clinique randomisé
EMG	Électromyogramme
E.T.	Écart type
EVA	Échelle visuelle analogue
GH	Gléno-huméral
IL-6	Interleukine-6
MCID	« Minimal clinically important difference »
MRI	« Magnetic resonance imaging »
MWM	Mobilisation avec mouvement
PGIC	« Patient global impression of change »
RC	« Rotator Cuff »
RCEx	« Rotator Cuff Exercise – Groupe de renforcement conventionnel seul »
RCEx+	
Coactivation	
	« Groupe de renforcement conventionnel+coactivation »
RCT	« Randomized controlled trial »
RM	Répétition maximale
RS	« Regular strengthening »
RSH	Rythme scapulo-huméral
RV+	Rapport de vraisemblance positif
SD	« Standard deviation »
Sn	Sensibilité
SNC	Système nerveux central
Sp	Spécificité
TCR	Tendinopathie de la coiffe des rotateurs
VAS	« Visual analog scale »
WORC	« Western Ontario Rotator Cuff »
\bar{X}	Moyenne

REMERCIEMENTS

Je tiens d'abord à remercier mes deux directeurs de maîtrise, Nathaly Gaudreault et Frédéric Balg. Ils ont su me pousser à maximiser la qualité de mes travaux par leurs judicieux conseils, leur grande disponibilité et leurs encouragements. La complétion de mon cheminement en maîtrise de recherche aurait été sans doute bien différente sans leur appui. J'aimerais également remercier l'équipe de recherche sur service d'orthopédie du CHUS : Sonia Bédard, Karina Lebel, Amy Sotelis et Catherine Raynauld. Votre support moral et scientifique a été extrêmement apprécié tout au long de ma maîtrise.

Un remerciement particulier va également à mes patrons et collègues de la clinique Physio Atlas, qui ont su s'adapter à mes demandes et caprices lorsque je devais jongler entre mes suivis de patients et mes suivis de participants, mes séminaires et mes réunions.

Je remercie ma famille pour m'avoir encouragé et soutenu dans mon choix de poursuivre les études.

Finalement, je veux remercier les organismes subventionnaires suivants pour les bourses d'études et subvention à la recherche : Fonds de Recherche du Québec – Santé, l'Ordre Professionnel de la Physiothérapie du Québec et Le Réseau Provincial de Recherche en Adaptation-Réadaptation (REPAR).

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

La douleur provenant d'un trouble musculosquelettique (TMS) est une problématique importante dans notre société. Parmi tous les TMS, la douleur à l'épaule serait la troisième plus importante cause de consultation, après les douleurs lombaire et cervicale (Kooijman et al. 2013). Dans la population générale, on rapporte que la prévalence d'un TMS à l'épaule se situe entre 7% et 26% et que son incidence se situe entre 0,9 et 2,5% (Luime et al. 2004). Plus spécifiquement au Québec, un rapport de l'Institut National de Santé Publique du Québec (INSPQ) portant sur le portrait des TMS de 1998 à 2007 chez les travailleurs a conclu que 30,1% des TMS se situe au membre supérieur et que la douleur à l'épaule représentait 46,5% des TMS au membre supérieur (Michel et al. 2010). Plus récemment, le rapport sur les Statistiques sur les Lésions Attribuables au TMS en Milieu de Travail de la Commission des Normes, de l'Équité, de la Santé et de la Sécurité au Travail (CNESST), analysant les données de 2012 à 2015, conclue que 13,0% des TMS se situe à l'épaule (Commission des Normes 2016). La douleur à l'épaule est responsable d'une diminution de la fonction et de la qualité de vie, en plus de provoquer une perte de productivité et de l'absentéisme au travail (Osteras et al. 2008; Langley et al. 2011). Par exemple, entre 2005 et 2007, les lésions aux épaules acceptées par la CNESST ont générés des coûts annuels directs et indirects de 393 204 738\$, soit près de 45 000\$ par lésion. Ces coûts, provoqués par l'absentéisme au travail, les débours et les frais de réadaptation et médicaux, illustrent bien le fardeau économique du problème. De plus, la durée d'indemnisation moyenne pour un TMS à l'épaule est de 150,7 jours, soit la plus longue de tous les TMS (Lebeau et al. 2014). Parmi les TMS à l'épaule, la tendinopathie de la coiffe des rotateur (TCR) est la condition la plus fréquente (Tekavec et al. 2012). En effet, elle peut être présente dans jusqu'à 85% des épaules douloureuses (Ostor et al. 2005). Chez les travailleurs Québécois, en 2015, 6,4% des cas totaux d'indemnisation étaient secondaires à une TCR (Commission des Normes 2016).

Il existe une documentation scientifique importante portant sur l'efficacité des interventions pour traiter la TCR. Les connaissances actuelles recommandent les traitements conservateurs, alors que la chirurgie devrait être réservée en cas d'échec de

ceux-ci (Ryosa et al. 2017). Les traitements conservateurs peuvent inclure l'électrothérapie, la thérapie manuelle, la médication et les exercices thérapeutiques. Des études suggèrent que dans cet arsenal de traitements conservateurs, les exercices thérapeutiques se démarquent par leur efficacité à améliorer la fonction et à réduire la douleur et des personnes ayant une TCR (Hanratty et al. 2012; Littlewood et al. 2012; Dong et al. 2015; Desmeules et al. 2016). Les conclusions de ces revues systématiques et méta-analyses recommandent que les futures études se concentrent à répondre à différentes questions concernant la dose optimale à prescrire (nombre de séries, nombre de répétitions, fréquence par semaine), les sous-groupes de patients pouvant le mieux répondre aux exercices thérapeutiques et le type d'exercice thérapeutique est le plus efficace à court et long terme. Comme il y est exposé dans la Recension Des Écrits, plusieurs types d'exercice sont utilisés pour traiter la TCR. Cependant, peu d'études ont comparé les types entre eux. L'objectif de mon projet de maîtrise est de comparer l'efficacité des deux types d'exercices thérapeutiques, soit le renforcement spécifique et le renforcement spécifique avec l'ajout de la coactivation, pour augmenter la fonction et diminuer la douleur chez des gens souffrant de TCR.

Dans le chapitre suivant, l'anatomie de l'épaule et le rôle de la coiffe des rotateurs (CR), les causes des atteintes de la CR, les conséquences de la TCR et l'efficacité des traitements disponibles seront décrits.

CHAPITRE 2 : RECENSION DES ÉCRITS

2.1 Le complexe de l'épaule (Neumann 2010)

2.1.1 Ostéologie et arthrologie

Le complexe de l'épaule est composé principalement de trois os, l'humérus, la scapula et la clavicule. Ces trois os sont liés entre eux ou avec d'autres os du corps humain pour former quatre articulations essentielles au mouvement et à la stabilité de l'épaule : l'articulation sternoclaviculaire, l'articulation acromioclaviculaire, l'articulation scapulothoracique et l'articulation glénohumérale (GH). L'articulation sternoclaviculaire, qui lie la partie proximale de la clavicule au sternum, est l'articulation la plus médiale et antérieure du complexe de l'épaule. Pour le mouvement à l'épaule, elle agit plutôt comme un levier mécanique qui conserve la scapula à une distance constante de la cage thoracique. Pour y arriver, la clavicule, à son extrémité distale et latérale, est attachée fermement à l'acromion, un processus osseux supéro-latéral de la scapula. Ils forment alors l'articulation acromioclaviculaire. L'articulation scapulothoracique n'est pas une vraie articulation au point de vue anatomique puisqu'elle ne comprend pas les caractéristiques classiques des articulations, soit une surface synoviale, cartilagineuse ou fibreuse. Au contraire, il s'agit d'une interface entre deux os, soit la scapula et la cage thoracique. Cette articulation est intimement et mécaniquement liée aux mouvements des articulations sternoclaviculaire et acromio-claviculaire. La scapula, en fonction de sa position par rapport à la cage thoracique, agit comme base, ou comme appui, pour le mouvement de l'humérus. En effet, la glène de la scapula, une surface articulaire concave, s'articule avec la tête de l'humérus, qui est convexe, pour former l'articulation GH. Il s'agit de l'articulation la plus mobile du complexe de l'épaule.

Puisque la majorité du mouvement du complexe de l'épaule, que les principales causes de la TCR et que les interventions en physiothérapie se trouvent aux articulations scapulothoracique et GH, la description de ces deux articulations sera approfondie.

2.1.2 Ostéocinématique de l'épaule (Levangie and Norkin 2005)

L'ostéocinématique est l'étude du mouvement des os. Pour l'articulation scapulothoracique, les mouvements peuvent être divisés en deux grandes catégories : Les « rotations » et les « translations ». Le tableau ci-dessous décrit ces mouvements.

Tableau 1
Mouvements scapulaires

Catégorie	Mouvement	Description
Translation	Élévation et dépression	Mouvement vertical de la scapula vers le haut et le bas selon un plan de mouvement frontal.
	Protraction et rétraction	Mouvement antéro-postérieur de la scapula qui glisse par rapport à la cage thoracique selon un plan de mouvement sagittal.
Rotation	Rotation inférieure et supérieure	Mouvement dans lequel la glène est orientée vers le bas (inférieure) ou vers le haut (supérieure) selon un plan de mouvement frontal
	Rotation médiale et latérale	Mouvement dans lequel la glène est orientée vers l'avant (rotation médiale) ou vers l'arrière (rotation latérale) selon un plan de mouvement transverse.
	Bascule antérieure et postérieure	Mouvement dans lequel la glène est orientée vers l'avant (antérieure) ou vers l'arrière (postérieure) selon un plan sagittal.

Pour l'articulation GH, les mouvements sont divisés en fonction de leur plan de mouvement, soit le plan sagittal, frontal et transverse. Le tableau ci-dessous décrit ces mouvements.

Tableau 2
Mouvements gléno-huméraux

Plan de mouvement	Mouvement	Description
Sagittal	Flexion et extension	Élévation de l'humérus vers l'avant (flexion) et l'arrière (extension).
Frontal	Abduction et adduction	Élévation de l'humérus du côté latéral (abduction) et médial (adduction) du corps.
Transverse	Rotation médiale et latérale	Rotation de l'humérus en direction médiale et latérale par rapport à la glène.

La relation entre les mouvements des articulations scapulothoracique et GH est particulièrement importante. Les muscles de l'épaule, qui seront abordés dans la section 2.1.4, doivent coordonner leur activation et leur contraction pour orienter les os dans l'objectif d'effectuer le ou les mouvements désirés. Cette coordination est d'autant plus importante lors des mouvements dans lesquels l'humérus doit être en élévation, au-dessus des épaules. On appelle cette relation entre les mouvements de la scapula et de l'humérus le rythme scapulo-huméral (RSH) ou le rythme scapulothoracique. En effet, lors des mouvements d'élévation de l'humérus, la scapula doit effectuer une rotation supérieure, une rotation latérale ainsi qu'une bascule postérieure (McClure et al. 2001). Inman *et coll.* (1944) ont été les premiers à quantifier l'importance du RSH et ont établi un ratio de 2:1, c'est-à-dire que pour chaque trois degrés d'élévation du complexe de l'épaule, deux degrés étaient produits à l'articulation GH et un degré à l'articulation scapulothoracique (Inman et al. 1996). Ce ratio avait été calculé pour les mouvements de flexion et d'abduction. De plus récentes études arrivent à des résultats similaires avec des ratios globaux de 1,7:1 à de 2,7:1 (McClure et al. 2001; Dayanidhi et al. 2005; Matsuki et al. 2011). Le ratio 2:1 est donc généralement accepté et utilisé en pratique. Cependant, ce ratio peut grandement varier en fonction de la phase du mouvement. McQuade *et coll.* (1998) ont montré que le ratio est plus élevé dans la première moitié du mouvement, pouvant atteindre 7,9:1, que dans la deuxième (McQuade and Smidt 1998). Ces données témoignent d'une contribution scapulothoractique plus importante lorsque l'humérus est au-dessus des épaules que

lorsqu'il est sous le niveau des épaules. L'importance du RSH dans sera davantage mis en contexte dans la section 2.2.2.

L'articulation GH est considérée comme l'articulation la plus mobile du corps. Pour éviter de graves blessures, elle peut compter sur deux types de stabilité pour lui permettre d'effectuer les différents mouvements de façon sécuritaire : la stabilité passive et active. Ces deux types de stabilité permettent la bonne coaptation de la tête humérale dans la glène de la scapula.

2.1.3 La stabilité passive de l'articulation glénohumérale

La stabilité passive comprend les structures osseuses, cartilagineuses, capsulaires et ligamentaires.

Tout d'abord, la forme de l'articulation GH, où la surface convexe de la tête humérale s'articule avec la surface concave de la glène, procure un léger facteur de stabilité (Howell and Galinat 1989). De plus, l'orientation légèrement supérieure de la glène peut restreindre la translation inférieure de la tête humérale, principalement lorsque le bras est au repos, le long du corps. L'effet de profondeur de la surface concave de la glène est augmenté par la présence du labrum glénoïdal. Cette structure, composée d'un mélange de tissus conjonctif dense et de tissus fibrocartilagineux, est en forme de beigne et est situé aux abords de la cavité glénoïdale. Il peut augmenter la surface de contact avec la tête humérale de près de 50% (Howell and Galinat 1989). Du liquide synovial se trouve entre les surfaces articulaires de la tête humérale et de la glène. En plus de procurer la lubrification pour que ces surfaces articulaires glissent bien l'une par rapport à l'autre, sa composition contribue à la stabilité. En effet, ses composantes procurent les propriétés d'adhésion, soit l'attraction moléculaire du liquide synovial aux surfaces articulaires, et la cohésion, soit l'attraction moléculaire du liquide synovial même. Grâce à la forme de l'articulation, au labrum et au liquide synovial, une pression négative est continuellement présente à l'articulation GH. Cette pression négative provoque un effet de « succion », qui procure un facteur de stabilité à l'intérieur même de l'articulation (Itoi et al. 1993).

L'articulation GH est recouverte par une capsule articulaire. Celle-ci, faite de tissu conjonctif dense irrégulier, permet de maintenir le liquide synovial à l'intérieur de

l'articulation. Avec l'aide des ligaments glénohuméraux qui y sont attachés, elle limite aussi les mouvements de translation de la tête humérale. Les trois ligaments glénohuméraux (supérieur, moyen et inférieur) ont comme origine le bord antérieur et médial de la glène, et ont comme insertion la petite tubérosité de la tête humérale (partie latérale de l'humérus proximale) (Burkart and Debski 2002). Ils limitent principalement les translations antérieure, supérieure et inférieure lors des mouvements d'abduction, rotation médiale et latérale (Lugo et al. 2008). Chez certaines personnes, le ligament GH inférieur a une partie postérieure, qui procure une stabilité postérieure lors des mouvements de flexion et rotation médiale (Lugo et al. 2008). Un autre ligament présent dans la région antérieure de l'épaule participe à la stabilité de l'articulation GH. Il s'agit du ligament coraco-humérale. Comme son nom l'indique, il origine du processus coracoïde de la scapula et s'insère sur les petite et grande tubérosités de l'humérus. Il est également attaché à la capsule articulaire et limite les translations postérieure et inférieure, lorsque le bras est au repos, et antérieure, lors de la rotation latérale (Burkart and Debski 2002).

Un autre ligament est présent dans cette région. Il s'agit du ligament coraco-acromiale. Il ne participe pas à la stabilité de l'articulation GH, mais son importance dans la physiopathologie de la TCR sera discuter à la section 2.2.2. Celui-ci, en s'attachant à l'acromion et au processus coracoïde, forme l'arche coraco-acromiale.

Finalement, la forme de l'articulation, le labrum et la pression intra-articulaire jouent un rôle plus important dans les amplitudes de mouvement moyennes alors que le complexe capsuloligamentaire, dans les amplitudes extrêmes (Abboud and Soslowsky 2002).

2.1.4 La stabilité active de l'épaule

Malgré le nombre et l'importance des stabilisateurs passifs, ceux-ci sont incapables à eux seuls d'assurer adéquatement la stabilité de l'épaule lors des mouvements, qui sont souvent rapides et avec charge. Or, la plus grande partie de la stabilisation de l'articulation GH, lors des mouvements, est active, c'est-à-dire grâce au recrutement et au contrôle musculaire. En effet, ceux-ci doivent contrôler les translations de la tête humérale qui sont causées par les puissants muscles mobilisateurs de l'articulation GH comme le grand

dorsal, le grand pectoral et le deltoïde. Deux groupes de muscles sont particulièrement sollicités pour y arriver : les muscles scapulothoraciques et la CR.

Les muscles scapulothoraciques jouent un rôle important dans la stabilisation et la mobilisation de la scapula lors de la production du mouvement à l'épaule. Les muscles les plus importants dans l'accomplissement de ces tâches sont le dentelé antérieur et le trapèze. Le dentelé antérieur a comme origine la face antérieure du bord médial de la scapula et s'insère sur les dix premières côtes. Il permet de plaquer la scapula contre la paroi postérieure de la cage thoracique, de provoquer de la rotation latérale et la bascule postérieure (Johnson et al. 1994). Le trapèze est divisé en trois parties : supérieur, moyen et inférieur. Il prend son origine de la ligne nuchale supérieure, à l'arrière du crâne, jusqu'à la douzième vertèbre thoracique. Il s'insère sur le tiers latéral de la clavicule, sur l'acromion, et sur l'épine de la scapula. Il participe à l'élévation, la rotation supérieure et latérale de la scapula (Johnson et al. 1994). Lorsque ces deux muscles sont sollicités de façon coordonnée, ils agissent comme de solides stabilisateurs de la scapula, qui elle, sert de fondation aux muscles de la CR.

La CR est un ensemble musculo-tendineux composé de quatre muscles : le supra-épineux, l'infra-épineux, le petit rond et le sous-scapulaire. Le supra-épineux a comme origine la fosse supra-épineuse de la région postérieure de la scapula et a comme insertion la partie supérieure de la grosse tubérosité humérale. Seul, il participe aux premiers degrés de l'abduction GH. L'infra-épineux a comme origine la fosse infra-épineuse de la région postérieure de la scapula et comme insertion la partie moyenne de la grosse tubérosité humérale. Le petit rond a comme origine le bord latérale de la scapula et comme insertion la partie inférieure de la grosse tubérosité humérale. L'infra-épineux et le petit rond, seuls, participent grandement à la production du mouvement de rotation latérale GH. Le sous-scapulaire a comme origine la fosse sous-scapulaire de la région antérieure de la scapula et comme insertion la petite tubérosité humérale. Il participe à la production du mouvement de rotation médiale. Bien que l'insertion de leurs tendons soit décrite de façon distincte, elle forme en fait une coiffe continue qui enveloppe la partie proximale de l'humérus. Ensemble, ils jouent le plus important rôle de stabilisation active de l'épaule. Plus précisément, ils provoquent une force de compression à l'articulation GH. Cette

compression permet à la tête humérale de rester centralisé dans la glène, ce qui diminue les mouvements de translations de la tête humérale. Cette compression est d'autant plus importante lors des mouvements d'élévation du bras, alors qu'ils doivent s'opposer aux translations de la tête humérale, comme la translation supérieure provoquée par le puissant deltoïde (Sharkey and Marder 1995). Bien que leur rôle ait été décrit comme dominant dans les amplitudes moyennes de mouvement (Abboud and Soslowsky 2002), Labriola *et coll.* (2005) ont montré que les muscles de la CR sont bel et bien actifs en fin d'amplitude, alors que des forces de translations supérieure et antérieure sont prédominantes (Labriola *et al.* 2005).

Lors d'un mouvement rapide et de grande amplitude, ou lors de mouvements répétés, un recrutement optimal et coordonné des muscles scapulaires et de la CR permettront une bonne coaptation de la tête humérale dans la glène de scapula et protégera ainsi l'articulation glénohumérale et les structures environnantes des blessures.

2.2 Physiopathologie de la TCR

La TCR est un terme général désignant le syndrome d'accrochage sous-acromial, la tendinite, la tendinose ou la rupture partielle de la CR et la bursite sous-acromiale (Papadonikolakis *et al.* 2011). Toutes ces conditions seraient principalement causées par l'inflammation ou la dégénérescence des tissus mous se trouvant dans l'espace entre l'arche coraco-acromiale et la face supérieure de la tête humérale. Ceux-ci seraient comprimés entre l'arche coraco-acromiale et la tête humérale lorsque le membre supérieur est en élévation.

Plusieurs mécanismes peuvent causer l'apparition d'une TCR et la douleur conséquente. Ils peuvent être divisés en mécanismes intrinsèques et extrinsèques. Les mécanismes intrinsèques réfèrent aux propriétés histologiques, mécaniques et physiologiques des tendons alors que les mécanismes extrinsèques aux facteurs externes aux tendons. Bien que les mécanismes soient présentés séparément, ils peuvent se produire en même temps et peuvent s'influencer. De plus, une composante du système nerveux central peut aussi influencer l'évolution de la condition et les signes et symptômes.

2.2.1 Les mécanismes intrinsèques de la TCR

Les mécanismes intrinsèques comprennent principalement les changements dégénératifs reliés à l'âge, l'altération des propriétés mécaniques du tendon, l'altération de la vascularisation du tendon et le déséquilibre entre la dégénérescence et la synthèse de la matrice extracellulaire tendineuse.

Le rôle et les propriétés d'un tissu sont définis par sa composition et l'organisation de ses composantes. Un tendon est composé de cellules, les ténocytes, et d'une matrice extracellulaire, principalement formée d'eau, de protéines, de molécules glucidiques, de fibres de collagène (cellules du tendon), d'élastine et de la substance fondamentale. Les fibres de collagène prédominantes sont de type I. Elles sont fortes et liées entre elles de façon robuste pour supporter les forces de tension. Les protéoglycanes sont des molécules faites d'un agencement d'une protéine et de glycosaminoglycanes (GAG). Elles agissent comme des éponges retenant et libérant l'eau, ce qui procure la viscosité (capacité d'un tissu à s'opposer à la déformation) du tendon, et dans une moindre mesure, son élasticité (capacité d'un tissu à retrouver sa forme initiale suite à une déformation). L'âge a été montré comme un facteur important de modification des propriétés du tendon. Plus particulièrement, une diminution de l'élasticité et de force maximale de tension a été montrée (Seitz et al. 2011). Ces changements seraient associés à un développement de fibrocartilage au sein du tendon (Vogel 2003), à une diminution de la concentration des glycosaminoglycanes et des protéoglycanes (Riley et al. 1994) et à une augmentation de la proportion de collagène de type III, qui a une force tensile plus faible et dont les fibres sont disposées d'une façon plus irrégulière (Kumagai et al. 1994). Ces changements aminciraient et affaibliraient le tendon, le rendant plus propice au développement de la TCR (Cholewinski et al. 2008). Ces données s'opposent aux observations de de Scott *et coll.* (2007) qui ont montré un épaissement des tendons chez des animaux lors d'une tendinopathie (Scott et al. 2007). Joensen et coll. (2009) ont d'ailleurs montré une association entre l'augmentation de l'épaisseur des tendons de la CR et la présence d'une TCR symptomatique (Joensen et al. 2009). Cet épaissement pourrait être lié à une augmentation de la concentration de GAG (Scott et al. 2007). Ces différences dans la composition du tendon pourraient être expliquées par l'évolution de la TCR (Seitz et al. 2011). Une tendinopathie plus récente pourrait subir un épaissement à cause du

processus de guérison en cours (Malliaras et al. 2010) alors qu'une tendinopathie chronique pourrait présenter un amincissement associé à la dégénérescence (Seitz et al. 2011).

Le rôle de la vascularisation est conflictuel dans la pathogénèse de la TCR. Il a été avancé que les zones d'hypovascularisation du tendon auraient une capacité de guérison inférieure et pourraient mener au développement d'une tendinopathie (Biberthaler et al. 2003; Rudzki et al. 2008). Cependant, cette théorie a été questionnée par plusieurs études *in vivo* qui n'ont trouvé aucune zone d'hypovascularisation dans les régions du tendon les plus souvent atteintes lors de tendinopathies ou de rupture tendineuse (Levy et al. 2008; Longo et al. 2008). Au contraire, une néovascularisation a été montrée dans les régions où les tendons montraient des signes de dégénérescence ou de rupture (Alfredson et al. 2003; Goodmurphy et al. 2003; Hashimoto et al. 2003; Levy et al. 2008). Encore une fois, ces divergences pourraient être expliquées par l'évolution de la TCR. De fait, Levy *et coll.* (2008) ont montré qu'en phase aiguë, les tendinopathies pourraient montrer des signes d'hypovascularité, alors qu'en phase chronique des signes d'hypermvascularité (Levy et al. 2008).

Lorsqu'une force de tension est appliquée à un tendon, les cellules de celui-ci réagissent pour produire de la matrice extracellulaire et ainsi, s'adapter à la demande. À long terme, il en résulte à des capacités mécaniques supérieures. Ce phénomène s'appelle la mécanotransduction (Khan and Scott 2009; Paluch et al. 2015). Si la demande, tant en intensité qu'en fréquence, est trop élevée et excède la capacité des cellules à produire de la matrice extracellulaire ou à réparer efficacement les dommages imposés au tendon, elle résultera en une atteinte à l'intégrité de la structure (Magnusson et al. 2010). Si l'équilibre n'est pas rétabli, une tendinopathie, une rupture partielle ou une rupture complète peut alors se produire.

Pour résumer, les mécanismes intrinsèques rendent le tendon vulnérable lorsque celui-ci est soumis à des forces de tension dont l'intensité et/ou la fréquence sont trop grandes pour qu'il ne puisse s'adapter.

2.2.2 Les mécanismes extrinsèques de la TCR

Les mécanismes extrinsèques peuvent être représentés par les facteurs anatomiques et les facteurs biomécaniques qui contribuent à la compression des structures sous-acromiales (Seitz et al. 2011).

Les facteurs anatomiques qui peuvent contribuer à la compression des structures sous-acromiales sont la forme de l'acromion et la présence d'excroissances osseuses sous l'acromion, dans la partie inférieure de l'articulation acromioclaviculaire ou du ligament coraco-acromial. Premièrement, l'acromion peut être décrit selon trois types : type I (plat), type II (courbe) ou type III (en crochet) (Bigliani et al. 1991). Une association entre le type d'acromion et la sévérité des pathologies de la CR a été établie. Les individus qui auraient un acromion de type III seraient plus enclins au développement d'une TCR ou à la survenue d'une rupture (Gill et al. 2002; Ogawa et al. 2005). Deuxièmement, certains changements dégénératifs peuvent se développer avec l'âge (Nicholson et al. 1996). La présence d'ostéophyte, une excroissance osseuse liée à l'arthrose, sous l'acromion et dans la partie inférieure de l'articulation acromioclaviculaire peut contribuer à la compression des structures sous-acromiales (Cuomo et al. 1998). Une ossification de l'insertion du ligament coraco-acromial constitue un exemple. La présence de ces caractéristiques anatomiques seules semblerait toutefois insuffisante pour provoquer un TCR (Soslowsky et al. 2002).

Les facteurs biomécaniques contribuent également à la compression des structures sous-acromiales entre la partie supérieure de la tête humérale et la partie inférieure l'arche coraco-acromiale. Cependant, ceux-ci ont une plus grande importance en contexte dynamique, c'est-à-dire lorsque le bras est en mouvement, et plus particulièrement lorsqu'il est en élévation au-dessus des épaules.

Tout d'abord, un contrôle déficient de la scapula a été identifié chez les individus souffrant de TCR (Seitz et al. 2011). Ces individus montrent généralement une diminution de la bascule postérieure (Ludewig and Cook 2000; Endo et al. 2001), une diminution de la rotation supérieure (Ludewig and Cook 2000; Endo et al. 2001; Su et al. 2004) et une augmentation de la rotation inférieure (Ludewig and Cook 2000; Endo et al. 2001; Hebert et al. 2002). Ces déficiences limiteraient l'élévation de l'arche coraco-acromial

relativement à la tête humérale pendant l'élévation du bras, ce qui contribuerait à la compression des structures sous-acromiales (Ludewig and Cook 2000). Des faiblesses ou une diminution d'activation des muscles dentelé antérieur et trapèze ont d'ailleurs été observées chez des individus souffrant de TCR (Cools et al. 2003; Cools et al. 2004; Diederichsen et al. 2009). Ces muscles sont responsables de la stabilisation, de la rotation supérieure, de la rotation latérale et de la bascule postérieure de la scapula, comme mentionné à la section 2.1.4. Un petit pectoral raccourci (Borstad and Ludewig 2005), muscle tirant la scapula en bascule antérieur, et une cyphose thoracique augmentée (Finley and Lee 2003; Gumina et al. 2008) pourraient également contribuer à ces modifications du mouvement de la scapula. McClure *et coll.* (2006), au contraire, ont démontré une augmentation de la rotation supérieure et de la bascule postérieure chez les individus souffrant de TCR lorsque comparés à des individus sains (McClure et al. 2006). Ils attribueraient l'observation de ces résultats contradictoires à des stratégies adaptatives pour augmenter l'espace sous-acromial, et ainsi diminuer la compression des structures sous-acromiales, ou pour compenser une faiblesse des muscles de la CR. Finalement, bien que plusieurs variations dans la position ou le contrôle de la scapula aient été observées, aucun lien causal clair n'a été établi entre ces déficiences seules et l'apparition de la TCR (Ratcliffe et al. 2014).

Un autre facteur biomécanique pouvant être considéré comme un mécanisme extrinsèque dans le développement de la TCR est la translation supérieure excessive de la tête humérale lors des mouvements d'élévation du bras (Ludewig and Cook 2002; Hallstrom and Karrholm 2006; Keener et al. 2009; Royer et al. 2009). Les individus ayant une TCR présentent une diminution de la force (MacDermid et al. 2004; Tyler et al. 2005) et d'activation (Reddy et al. 2000; Diederichsen et al. 2009; Myers et al. 2009) des muscles de la CR. Comme mentionné à la section 2.1.4, le rôle des muscles de la CR est de contrer la translation supérieure de la tête humérale, qui est entraînée ainsi par la contraction du deltoïde (Sharkey and Marder 1995; Hurschler et al. 2000; Mura et al. 2003; Royer et al. 2009). Si les muscles de la CR ont une activation déficiente, sont trop faibles ou trop peu endurants, cette translation supérieure se produit (Steenbrink et al. 2009), et contribue à la compression des structures sous-acromiales (Deutsch et al. 1996; Chen et al. 1999; Royer et al. 2009). La raideur ou le raccourcissement de la capsule articulaire postéro-inférieure

de l'articulation GH peut également contribuer à favoriser la translation antéro-supérieure de la tête humérale (Harryman et al. 1990).

2.2.3 Mécanismes centraux de la TCR

Bien que la TCR soit considérée comme une pathologie mécanique, plusieurs études ont démontré l'implication du système nerveux central dans la pathologie (Gwilym et al. 2011; Paul et al. 2012; Coronado et al. 2014; Ngomo et al. 2015; Plinsinga et al. 2015). La chronicisation de la condition ou l'échec aux traitements, conservateurs et chirurgicaux, pourraient être expliqués par cette composante. Les mécanismes centraux sont nombreux et impliqués à tous les niveaux de la propagation du signal douloureux dans le système nerveux central. Une sensibilisation des neurones qui conduisent la douleur dans la moelle épinière, l'altération des systèmes d'inhibition de la douleur et la modification corticale en sont des exemples. Il a été démontré que des individus souffrant d'une TCR unilatérale pouvaient présenter un seuil de douleur inférieur sur le côté sain ou sur une région éloignée de la TCR que les individus sans TCR (Gwilym et al. 2011; Paul et al. 2012; Coronado et al. 2014). Ce genre de présentation clinique a également été démontré chez certains patients souffrant d'autres types de tendinopathies, comme la tendinopathie des extenseurs du poignet latérale (épicondylite latérale) et la tendinopathie patellaire (Plinsinga et al. 2015).

Comme mentionné précédemment, des faiblesses ou diminutions d'activation de certains muscles scapulaires et GH peuvent être en cause dans le développement d'une TCR. Ces déficiences pourraient être expliquées par une diminution de l'excitabilité des motoneurones innervant ces muscles. Ngomo *et coll.* (2015) ont d'ailleurs démontré qu'une asymétrie entre les deux hémisphères cérébraux quant à l'excitabilité des neurones innervant l'infra-épineux était présente (Ngomo et al. 2015). Le côté affecté, donc l'hémisphère du côté opposé à l'épaule douloureuse, présentait une excitabilité plus basse que le côté sain. De plus, cette réduction d'excitabilité était associée positivement avec le temps depuis l'apparition des symptômes. Les changements dans l'excitabilité des motoneurones peuvent avoir plusieurs causes, dont la douleur prolongée (Farina et al. 2003).

Aucune étude n'indique que les changements au niveau cortical soient à l'origine de la TCR. Cependant, les connaissances actuelles laissent suggérer qu'ils peuvent contribuer à entretenir la condition pathologique, que ce soit en augmentant la douleur ou en modifiant l'activation musculaire de certains muscles.

2.3 Les conséquences de la TCR

Bien que près de 65% des atteintes de la CR seraient asymptomatiques (Minagawa et al. 2013), la douleur ressentie dans la TCR symptomatique n'est pas négligeable. Dans une étude qualitative, Minns et coll. (2014) rapportent que les participants décrivaient l'intensité de leur douleur comme très importante (Minns Lowe et al. 2014). De plus, elle peut être liée à plusieurs déficiences, limitations et restrictions. De fait, une diminution d'amplitude articulaire non-douloureuse (Delgado-Gil et al. 2015) avec un arc douloureux entre 60 et 120° (Park et al. 2005) et une diminution de force musculaire (MacDermid et al. 2004; Tyler et al. 2005) ont été rapportées chez cette population. Ces caractéristiques de la TCR peuvent engendrer une diminution de la fonction (MacDermid et al. 2004), une diminution de la qualité de vie (MacDermid et al. 2004), de l'incapacité au travail (Osteras et al. 2008) et des troubles du sommeil (Tekeoglu et al. 2013).

2.4 Les traitements

Plusieurs modalités peuvent être utilisées pour traiter la TCR. La chirurgie est préférée en cas d'échec aux traitements conservateurs, qui eux, peuvent inclure l'approche pharmacologique, l'électrothérapie, la thérapie manuelle, les bandages thérapeutiques, les approches par aiguilles sèches et les exercices thérapeutiques. La prochaine section présente les connaissances actuelles à propos de ces interventions présentes dans la littérature.

2.4.1 Chirurgie

Dans le cas où les traitements conservateurs s'avèrent inefficaces, la chirurgie est envisagée (Mauro et al. 2012). Les procédures des différentes chirurgies pratiquées visent à diminuer la compression dans l'espace sous-acromiale soit en amincissant l'acromion, soit en enlevant une partie ou l'ensemble de la bourse, soit en reséquant le ligament coraco-acromial ou une combinaison des trois (Donigan and Wolf 2011). Un débridement des tissus endommagés du tendon peut également être effectué (Bollier and Shea 2012). Une

récente synthèse systématique a évalué l'efficacité de la chirurgie dans de la TCR (Toliopoulos et al. 2014). Les auteurs concluent que la chirurgie, peu importe l'approche utilisée, est aussi efficace que les exercices seuls (Toliopoulos et al. 2014). Ils recommandent ainsi une approche conservatrice puisqu'elle est plus sécuritaire et moins coûteuse. L'approche chirurgicale ne devrait alors être envisagée que pour les cas récalcitrants.

2.4.2 Anti-inflammatoires non-stéroïdiens et corticostéroïdes

L'utilisation d'interventions pharmacologiques, comme la prise d'anti-inflammatoire non-stéroïdien (AINS) et les injections de corticostéroïde, est fréquente dans le traitement des TCR.

Les AINS prescrits sont décrits principalement en deux groupes : les inhibiteurs non-sélectifs de la cyclo-oxygénase (inhibiteur NS COX) et les inhibiteurs sélectifs de la cyclo-oxygénase 2 (inhibiteur COX-2) (Paoloni et al. 2009). Boudreault *et coll.* (2014) ont mené une synthèse systématique avec méta-analyse pour évaluer l'effet des AINS dans le traitement de la TCR (Boudreault et al. 2014). Ils concluent qu'à court terme, les AINS oraux sont plus efficaces qu'un placebo pour diminuer la douleur. De plus, les deux groupes d'AINS présentés seraient d'une efficacité similaire, à court terme. La prise de ces deux médicaments de manière prolongée peut provoquer des effets secondaires gastro-intestinaux (Shah et al. 1999) et cardiovasculaires (Roubille et al. 2013) indésirables.

Trois synthèses systématiques ont montré que les injections de corticostéroïdes pouvaient avoir un effet bénéfique sur la douleur et la fonction (Buchbinder et al. 2003; Koester et al. 2007; Coombes et al. 2010). Cet effet n'était cependant qu'à court terme. De plus, Coombes *et coll.* (2010) et Koester *et coll.* (2007) ont montré que l'injection n'était pas plus efficace que les AINS pour réduire la douleur (Koester et al. 2007; Coombes et al. 2010). Un essai pragmatique comparant les exercices thérapeutiques à la combinaison de l'injection de corticostéroïde et les exercices a démontré qu'à court terme seulement, la combinaison était plus efficace (Crawshaw et al. 2010).

L'utilisation des AINS et des injections de corticostéroïde a été montrée efficace à court terme. Le manque d'études de qualité étudiant les effets à long terme, en plus des effets

indésirables d'une consommation prolongée, permettent possiblement de potentialiser d'autres modalités de traitement, comme les exercices, pendant les effets bénéfiques à court terme de ces interventions.

2.4.3 Électrothérapie

Des modalités d'électrothérapie peuvent être utilisées pour diminuer la douleur et réactiver le processus de guérison du tendon. Traditionnellement, en physiothérapie, l'ultrason thérapeutique est utilisé dans le traitement des tendinopathies. Cependant, Andres *et coll.* (2008) ont mené une synthèse systématique à ce propos et concluent que peu d'évidences supportent son utilisation pour diminuer la douleur et augmenter la fonction chez les individus souffrant de TCR (Andres and Murrell 2008). Seule l'étude d'Ebenbichler *et coll.* (1999) conclue que l'ultrason est plus efficace qu'un placebo chez les individus souffrant de tendinopathie calcifiante pour réduire la taille de la calcification, diminuer la douleur et augmenter la fonction (Ebenbichler *et al.* 1999). Dans cette dernière étude, les traitements d'ultrasons étaient donnés à raison de cinq fois par semaine pour les trois premières semaines, et de trois fois par semaine pour les trois dernières semaines. Une synthèse systématique plus récente a d'ailleurs conclu que les ultrasons n'étaient pas plus efficaces qu'un placebo (Desmeules *et al.* 2015). Desmeules *et coll.* (2015) ont d'autant plus rapporté, en s'appuyant sur les résultats de trois essais cliniques randomisés (ECR), que l'utilisation des ultrasons jumelée aux exercices thérapeutiques n'était pas plus efficace que les exercices seuls (Giombini *et al.* 2006; Ainsworth *et al.* 2007; Calis *et al.* 2011; Desmeules *et al.* 2015).

La thérapie par laser à basse intensité est également utilisée dans le traitement de la TCR. Les données sont lacunaires et conflictuelles quant à son efficacité. Santamato *et coll.* (2009) ont montré que la thérapie par laser était plus efficace que l'utilisation des ultrasons (Santamato *et al.* 2009). Cependant, Calis *et coll.* (2011) et Saunders *et coll.* (2003) n'ont trouvé aucune différence entre ces deux modalités (Saunders 2003; Calis *et al.* 2011). Eslamian *et coll.* (2012) ont, quant à eux, montré que l'ajout de la thérapie par laser aux traitements de physiothérapie pouvait être bénéfique (Eslamian *et al.* 2012).

Une autre modalité d'électrothérapie utilisée pour diminuer la douleur est la stimulation nerveuse électrique transcutanée (TENS). Le TENS transmet un courant électrique via des

électrodes apposées sur la peau. Son « mode conventionnel », le plus utilisé, envoie un courant non-douloureux en continue pour réduire la douleur, selon la théorie du portillon (Melzack and Wall 1965). Cependant, il s'agit d'une modalité à visée antalgique seulement et proposée sur une base temporaire. Son utilisation pour le traitement de la TCR a fait l'objet d'une revue systématique et aucune recommandation ne peut être faite quant à ses effets à court, moyen et long terme (Desmeules et al. 2016).

Finalement, la thérapie par onde de choc extracorporel (ESWT) peut être utilisée dans le traitement des tendinopathies chroniques récalcitrantes et des tendinopathies calcifiantes (Albert et al. 2007; Huisstede et al. 2011). Les résultats des études demeurent conflictuelles quant à son efficacité (Huisstede et al. 2011). Par contre, son utilisation avec une dosage à haute énergie serait plus efficace qu'à basse énergie (Kolk et al. 2013; Minns Lowe et al. 2014).

Pour conclure, l'utilisation des modalités d'électrothérapie reste mitigée dans le traitement de la TCR. Outre la thérapie par onde de choc extracorporel pour certains cas, l'utilisation de ces modalités physiothérapie n'est pas fortement supportée par la littérature actuelle.

2.4.4 Thérapie manuelle

La thérapie manuelle est une modalité d'intervention utilisée en physiothérapie où les mains du thérapeute sont l'outil. Lors d'une récente synthèse systématique, Desjardins-Charbonneau *et coll.* (2015) incluent les mobilisations articulaires, les manipulations articulaires, les techniques de tissus mous (massage, frictions transverses, etc.), les mobilisations neuroméningées et les mobilisations avec mouvement (MWM) comme les techniques de thérapie manuelle (Desjardins-Charbonneau et al. 2015). Ces techniques, pour traiter la TCR, peuvent être appliquées au complexe de l'épaule et à la colonne vertébrale. Les auteurs concluent, avec un niveau de preuve faible à modéré, que l'utilisation de la thérapie manuelle seule ou en ajout à d'autres modalités peut diminuer la douleur liée à la TCR, mais aurait peu d'impact sur la fonction (Desjardins-Charbonneau et al. 2015). Selon les études présentées, deux sous-groupes d'individus pourraient possiblement le plus bénéficier de la thérapie manuelle : ceux présentant une raideur de la capsule articulaire postéro-inférieure à l'aide de mobilisations articulaires et ceux présentant une diminution de l'extension cervicothoracique (cyphose thoracique

augmentée) à l'aide de mobilisations ou manipulations vertébrales thoraciques (Tyler et al. 2010; Desjardins-Charbonneau et al. 2015).

2.4.5 Bandage thérapeutique (« taping »)

L'utilisation du « taping » est fréquente en physiothérapie. Pour les problèmes de la CR, son utilisation vise à diminuer la douleur et augmenter la fonction en corrigeant la posture et ou en facilitant l'activation de certains muscles pour normaliser les patrons de mouvements scapulothoraciques et glénohuméraux. Deux types de « taping » sont utilisés : le « taping » non-élastique et le « taping » neuroproprioceptif. Le « taping » non-élastique pourrait être efficace pour corriger la posture et améliorer l'amplitude articulaire active (Lewis et al. 2005). Cependant, son utilisation, seule ou en complément à des interventions multimodales, ne procurerait pas de bénéfice sur la douleur et la fonction à moyen et long terme (Desjardins-Charbonneau et al. 2015). Pour ce qui est du « taping » neuroproprioceptif, il serait plus efficace qu'un bandage factice pour favoriser une amplitude articulaire complète sans douleur (Thelen et al. 2008; Shakeri et al. 2013), pour augmenter la force musculaire isométrique (Hsu et al. 2009) et pour augmenter la fonction (Shakeri et al. 2013). Cependant, son ajout à un programme d'exercices ou à de la physiothérapie multimodale demeure conflictuelle pour diminuer la douleur, augmenter la fonction et augmenter l'amplitude articulaire sans douleur (Djordjevic et al. 2012; Simsek et al. 2013; Kaya et al. 2014; Desjardins-Charbonneau et al. 2015; Saracoglu et al. 2018).

2.2.6 Acupuncture / aiguilles sèches

L'utilisation des aiguilles sèches gagne en popularité en physiothérapie. Son indication la plus courante en physiothérapie est dans le traitement des points gâchettes myofasciaux (Dunning et al. 2014). Au contraire, l'acupuncture se base sur une théorie conceptuelle de méridiens contenant des points d'insertion des aiguilles prédéterminés. Il a d'ailleurs été noté que parmi 255 points anatomiques connus pour développer fréquemment des points gâchettes myofasciaux, 238 correspondaient à des points d'insertion d'acupuncture traditionnelle (Dorsher 2008). Lors d'un ECR, Rueda Garrido *et coll.* (2016) ont comparé l'utilisation des aiguilles sèches selon les points d'insertion de l'acupuncture traditionnelle (groupe intervention) à l'utilisation des aiguilles sèches selon des points d'insertions factices (groupe témoin) (Rueda Garrido et al. 2016). Ceux-ci ont observé une meilleure amélioration de la douleur à court et long terme chez les participants

du groupe intervention. Quant à eux, Arias-Buria *et coll.* (2017) ont évalué l'effet de l'ajout de l'insertion d'aiguilles sèches dans des points gâchettes myofasciaux aux exercices thérapeutiques. Le groupe intervention (exercices et aiguilles sèches) a montré une augmentation de la fonction supérieure au groupe témoin (exercices seulement). La diminution de la douleur a été cependant similaire (Arias-Buria *et al.* 2017). Ainsi, l'ajout de l'utilisation des aiguilles sèches à un programme d'exercices pourrait être indiqué pour traiter la TCR.

2.4.7 Exercices thérapeutiques

La prescription d'exercices thérapeutiques est fréquente dans le traitement de la TCR. Ces exercices visent principalement le recrutement et le renforcement des muscles scapulaires et de la CR, ainsi que la mobilisation articulaire (Kuhn 2009). Ces exercices visent alors la correction des facteurs extrinsèques dans le développement de la TCR. Cependant, la correction des facteurs intrinsèques est également adressée grâce à la charge et à la demande mécanique progressive imposée aux tendons. Cette charge progressive aurait comme effet de stimuler la production de matrice extracellulaire dans le tendon et améliorer les capacités mécaniques de celui-ci (Khan and Scott 2009; Paluch *et al.* 2015). Cet effet sur la matrice extracellulaire serait d'autant plus important si les exercices sont effectués lentement (Drew *et al.* 2014).

Plusieurs synthèses systématiques se sont intéressées à leur efficacité, dont quatre depuis 2010 (Hanratty *et al.* 2012; Littlewood *et al.* 2012; Abdulla *et al.* 2015; Desmeules *et al.* 2016). Littlewood *et coll.* (2012) concluent que les études publiées supportent globalement la prescription d'exercices de renforcement (« loaded exercises ») pour traiter la TCR (Littlewood *et al.* 2012). Hanratty *et coll.* (2012), quant à eux, sont plus précis dans leurs conclusions. En effet, ils concluent que les études publiées présentent un niveau d'évidence élevé supportant les exercices thérapeutiques pour diminuer la douleur et augmenter la fonction à court terme, en plus d'un niveau d'évidence modéré pour améliorer la qualité de vie à court terme et la fonction à long terme (Hanratty *et al.* 2012). Au contraire, Abdulla *et coll.* (2015), concluent que le niveau d'évidence des exercices thérapeutiques est limité. Ils expliquent cette conclusion divergente par une méthodologie de recherche différente, mais aussi par l'hétérogénéité des populations (Abdulla *et al.* 2015). Finalement, Desmeules *et*

coll. (2016) ont étudié l'efficacité des exercices pour traiter la TCR chez une population de travailleurs. Ils concluent que le niveau d'évidence est de limité à modéré pour diminuer la douleur et augmenter la fonction associés la TCR et pour favoriser un retour au travail (Desmeules et al. 2016). Puisque la prescription d'exercice thérapeutique est une modalité efficace, simple, peu coûteuse et à faible risque de blessure, elle devrait être utilisée en première intention. Cependant, l'ensemble de ces synthèses systématiques souligne l'hétérogénéité des types d'exercices prescrits et leurs paramètres d'exécution (fréquence, nombre de séries, nombre de répétitions, intensité).

C'est donc suite à ces constatations et pour combler ces lacunes que quelques ECR ont été réalisées dans les dernières années pour comparer différents types d'exercices. Les types d'exercices décrits dans la littérature sont les suivants : les exercices ciblant les muscles scapulaires, l'entraînement proprioceptif, le renforcement excentrique, l'entraînement au mouvement et le renforcement en coactivation.

Les exercices de renforcement, de stabilité et de contrôle scapulaires sont fréquents lors de la prescription d'un programme d'exercices pour traiter la TCR. Les anomalies observées lors de l'évaluation de l'épaule douloureuse guideront le clinicien à cibler certains muscles ou certaines composantes de l'articulation scapulothoracique. Quelques auteurs se sont intéressés à l'efficacité de tels exercices dans un programme de réadaptation. Les résultats de leurs travaux ont été inclus dans deux synthèses systématiques récentes (Bury et al. 2016; Reijneveld et al. 2017). Tout d'abord, Reijneveld *et coll.* (2017) concluent que les évidences actuelles demeurent conflictuelles quant à leur supériorité à d'autres types d'interventions utilisées en physiothérapie (Reijneveld et al. 2017). Au contraire, Bury *et coll.* (2016) arrivent à la conclusion qu'une approche ciblée sur les déficits scapulaire pourrait être plus bénéfique que les autres interventions à court terme, mais qu'à long terme, aucune différence n'était observée (Bury et al. 2016). Cet effet à court terme pourrait être expliqué par la pertinence de prescrire des exercices scapulaires plus tôt dans le processus de réadaptation et d'autres interventions plus tard (Bury et al. 2016). Un ECR croisé publié par Mulligan *et coll.* (2016) nuance cette hypothèse (Mulligan et al. 2016). Certains participants de cette étude étaient assignés aux exercices scapulaires seuls alors que les autres aux exercices de renforcement de la CR. Après quatre semaines, les deux

groupes intégraient les exercices de départ de l'autre groupe à leur programme déjà en cours. Aucune différence entre les deux groupes n'a été observée à quatre, huit et 16 semaines par rapport à la diminution de la douleur et à l'augmentation de la fonction (Mulligan et al. 2016).

Des exercices proprioceptifs peuvent également être prescrits pour traiter la TCR. La proprioception est la capacité du cerveau à orienter un membre dans l'espace. Ce mécanisme est possible grâce à plusieurs mécanorécepteurs situés dans les tissus environnant une articulation. Une diminution de la proprioception a d'ailleurs été identifiée chez des individus souffrant de TCR (Anderson and Wee 2011). Les exercices utilisés fréquemment pour augmenter la proprioception de l'épaule s'effectuent avec les bras en mise en charge partielle ou complète sur une surface instable. À notre connaissance, un seul ECR a évalué l'efficacité de l'ajout d'exercices proprioceptifs à un programme de réadaptation (Dilek et al. 2016). Celui-ci comprenait des exercices d'amplitude articulaire, de renforcement scapulaire, de la CR et du deltoïde. Aucune différence n'a été trouvée à six et 12 semaines sur la douleur et la fonction alors que les deux groupes se sont améliorés de façon similaire.

Le renforcement excentrique est également utilisé pour traiter les tendinopathies. Lors de l'exécution d'exercices de renforcement spécifique de la CR, trois phases sont effectuées de l'initiation du mouvement jusqu'au retour à la position de départ. En premier lieu, une contraction *concentrique* a lieu : le muscle se raccourci alors qu'il se contracte. Ensuite, il y a une contraction *isométrique* en fin de mouvement : le muscle demeure à même longueur alors qu'il est contracté. Finalement, la phase de contraction *excentrique* permet au muscle de s'allonger, tout en ne relâchant pas la contraction. Plusieurs études ont montré que le renforcement excentrique peut être efficace pour traiter les tendinopathies. Plus particulièrement, le renforcement excentrique peut mener à des bénéfices pour la tendinopathie d'Achilles (Magnussen et al. 2009), la tendinopathie patellaire (Larsson et al. 2012) et les tendinopathies des extenseurs du poignet (épicondylite latérale) (Cullinane et al. 2014). Trois récents ECR ont été publiés évaluant l'efficacité des exercices excentriques pour le traitement de la TCR (Maenhout et al. 2013; Blume et al. 2015; DeJaco et al. 2016). Les trois études ont conclu que l'exécution d'un programme de renforcement excentrique

seul ou en ajout à du renforcement conventionnel n'est pas plus efficace qu'un programme de renforcement conventionnel pour diminuer la douleur et augmenter la fonction. Cependant, Maenhout *et coll.* (2013) ont montré que le renforcement excentrique pouvait être plus efficace pour augmenter la force musculaire dans certains mouvements (Maenhout et al. 2013). Dans l'étude de DeJaco *et coll.* (2016), deux exercices excentriques étaient comparés à un programme de six exercices concentriques/excentriques. Ceux-ci concluent donc que même si le renforcement excentrique n'est pas plus efficace que le renforcement conventionnel, il pourrait être moins coûteux en temps d'exécution (DeJaco et al. 2016).

Un autre type d'exercice utilisé pour diminuer la douleur et augmenter la fonction chez les individus souffrant de TCR est l'entraînement moteur, ou l'entraînement au mouvement. Celui-ci consiste en un entraînement à bouger l'humérus et la scapula de façon coordonnée dans le but de maximiser la centralisation de la tête humérale dans la glène scapulaire à l'aide de rétroaction extrinsèque (visuelle, verbale ou tactile). Cette approche a été utilisée dans trois études (Roy et al. 2009; Worsley et al. 2013; Savoie et al. 2015). Les résultats de ces études sont unanimes. Toutes ont démontré une amélioration de la douleur et de la fonction. Cependant, ces études présentent un nombre de participants limité (Roy et al. 2009; Worsley et al. 2013) ou l'absence d'un groupe contrôle (Roy et al. 2009; Worsley et al. 2013; Savoie et al. 2015).

Finalement, le renforcement en coactivation est également utilisé dans la prescription d'exercices thérapeutiques pour traiter la TCR. Ce type de renforcement vise à pratiquer un abaissement actif de la tête humérale en recrutant les muscles du grand pectoral et du grand dorsal lors de l'exécution des exercices. Celui-ci est enseigné en clinique, par exemple, en demandant au patient de coincer une serviette roulée entre son bras et son corps lors du renforcement de la CR, ou d'appuyer le coude contre une table, si le renforcement de la CR est fait avec une légère abduction. Il serait plus efficace pour augmenter l'activité électromyographique de l'infra-épineux et du petit rond (Reinold et al. 2004). Le recrutement de ces muscles contribuerait également à limiter la translation supérieure de la tête humérale et ainsi limiter la diminution de l'espace sous-acromial (Hinterwimmer et al. 2003; Graichen et al. 2005; Steenbrink et al. 2009). En effet, selon l'orientation des

tendons et la direction des forces de tension créées par le recrutement de ces muscles, un vecteur médio-inférieur de la tête humérale est provoqué (de Groot et al. 2004; Steenbrink et al. 2009). Si l'espace sous-acromial est préservée, l'exécution des exercices de renforcement de la CR pourrait être moins douloureuse et alors, plus efficace. Aucune étude utilisant la coactivation de ces muscles lors d'exercices de renforcement spécifique de la CR n'a été publiée. Cependant, une approche thérapeutique s'y apparentant a déjà fait l'objet de deux études publiées, utilisant des données recueillies sur la même cohorte (Beaudreuil et al. 2011; Beaudreuil et al. 2015). Cette approche se nomme le « dynamic humeral centering » (DHC). Celui-ci vise un abaissement actif de la tête humérale grâce au recrutement du grand pectoral et du grand dorsal lors de l'exécution de mouvements passifs et actifs d'abduction. Dans la première étude publiée, Beaudreuil *et coll.* (2011) ont comparé une progression d'exercices de DHC à un programme de mobilisation passive et active non-spécifique (flexion, extension, abduction, rotations médiale et latérale) avec un ECR (Beaudreuil et al. 2011). Ils évaluaient l'efficacité des deux interventions selon la fonction avec l'échelle de Constant et selon la prise de médication à zéro, trois et 12 mois. L'échelle de Constant est un questionnaire mesurant la fonction selon quatre sphères (mobilité active, douleur, mobilité courante/activités quotidiennes et puissance). Aucune différence statistiquement significative n'a été constatée dans l'amélioration de la fonction entre les deux groupes. Seule la catégorie « douleur » de l'échelle de Constant favorise statistiquement le groupe recevant la DHC à trois mois. De plus, le groupe recevant la DHC présente une plus grande réduction du taux de prise de médicaments, à trois mois. Il est à noter que ces différences sont de très faibles amplitudes. Une analyse secondaire des données provenant du même ECR est présentée par Beaudreuil *et coll.* (2015) (Beaudreuil et al. 2015). Cette fois, ils comparent la proportion de participants dans chaque groupe présentant une AA complète sans douleur et la présence d'un arc douloureux à la flexion et à l'abduction, et ce, aux même temps de mesure. Le groupe recevant la DHC montre une plus grande amélioration du nombre de participants ayant une AA complète sans douleur, et ce en flexion et en abduction. De plus, il y a eu une plus grande proportion des participants qui ont vu l'arc douloureux disparaître, en flexion, dans le groupe avec la DHC. Bien que ces différences soient montrées significatives, elles

demeurent de faibles amplitudes, probablement causée par le fait que les deux groupes aient présenté des améliorations.

Ces deux études montrent que la DHC pourrait être efficace pour diminuer la douleur associée à la TCR. Par contre, cette approche n'a seulement été comparée qu'à un programme de mobilisations non-spécifiques de l'épaule. Elle n'a jamais été comparée à un programme d'exercices qui ciblent spécifiquement les principales déficiences observées chez les individus souffrant de TCR. De plus, la DHC n'inclue pas d'exercices spécifiques à la CR ou à la scapula, composantes souvent ciblées dans les programmes démontrés efficaces. Finalement, les études publiées par Beaudreuil *et coll.* (2011 et 2015) présentent des mesures à un mois au plus tôt. Il est possible que des différences se produisent à plus court terme, et que les effets se normalisent et s'équivalent à moyen et long terme. En effet, l'étude de Tate *et coll.* (2010) montre que l'amélioration fonctionnelle est la plus importante dans les deux premières semaines d'un protocole de six à huit semaines (Tate et al. 2010). Dans une perspective d'accélérer un retour au travail, aux activités sportives et de loisir le plus rapide possible, il est également important de quantifier l'effet des interventions à court terme.

2.5 Conclusion de la recension des écrits

La TCR est une condition ayant une grande prévalence. Elle est liée à une douleur incapacitante et une diminution importante de la fonction. Parmi les différentes interventions effectuées pour la traiter, les exercices ont été montrés les plus efficaces à court et long terme. Cependant, la littérature demeure lacunaire quant au type d'exercices à privilégier. Le renforcement en coactivation pourrait être plus efficace que le renforcement conventionnel puisqu'il favoriserait l'augmentation de l'espace sous-acromial pendant l'exécution des exercices. Un ECR a déjà été mené avec cette modalité. Par contre, leur protocole n'incluait pas d'exercices de renforcement de rotations médiale et latérale, qui sont efficaces pour rééduquer la CR, et était comparé à des exercices de mobilisations non-spécifiques. De plus, les mesures n'étaient prises qu'à moyen et long terme. Considérant que les exercices sont efficaces à court, moyen et long terme, une approche procurant des bénéfices à court terme pourrait résulter en une meilleure adhérence, et ainsi, à une meilleure progression.

CHAPITRE 3 : OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES

3.1 Objectifs de l'étude

3.1.1 Objectif principal

Vérifier si, à court terme, l'ajout de la coactivation musculaire lors de l'exécution d'un programme d'exercices de renforcement est plus efficace qu'un programme de renforcement conventionnel seul chez des individus souffrant de tendinopathie de la coiffe des rotateurs subaiguë ou chronique pour augmenter la fonction.

3.1.2 Objectif secondaire

Vérifier si, à court terme, l'ajout de la coactivation musculaire lors de l'exécution d'un programme d'exercices de renforcement est plus efficace qu'un programme de renforcement conventionnel seul chez des individus souffrant de tendinopathie de la coiffe des rotateurs subaiguë ou chronique pour : 1) Réduire la douleur, 2) améliorer la qualité de vie, 3) augmenter la distance acromio-humérale et 4) augmenter la force musculaire.

3.2 Hypothèses

3.2.1 Hypothèse principale

Nous faisons l'hypothèse que l'ajout de la coactivation musculaire lors de l'exécution d'un programme d'exercices de renforcement sera plus efficace pour augmenter la fonction qu'un programme d'exercices de renforcement conventionnel seul chez des individus souffrant de tendinopathie de la coiffe des rotateurs subaiguë ou chronique.

3.2.2 Hypothèses secondaires

Nous faisons l'hypothèse que l'ajout de la coactivation musculaire lors de l'exécution d'un programme d'exercices de renforcement sera plus efficace qu'un programme d'exercices de renforcement conventionnel seul chez des individus souffrant de tendinopathie de la coiffe des rotateurs subaiguë ou chronique pour : 1) Réduire la douleur, 2) améliorer la qualité de vie, 3) augmenter la distance acromio-humérale et 4) augmenter la force musculaire.

CHAPITRE 4 : MATÉRIEL ET MÉTHODE

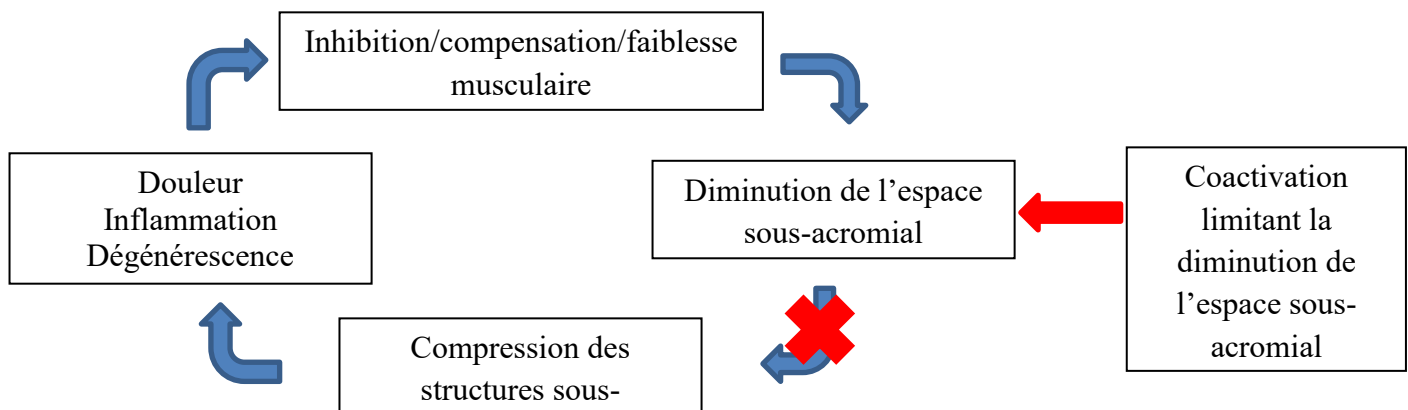
Les instruments de mesures et les étapes méthodologiques sont présentés dans ce chapitre sous une forme détaillée et complète. Un résumé de ce chapitre est présent dans le chapitre 4, dans la section « methods » de l'article répondant à l'objectif principal. Pour ce qui est des objectifs secondaires, ces détails méthodologiques sont présentés dans le présent chapitre.

4.1 Modèle théorique

Même si la cause n'est pas connue, les hypothèses physiopathologiques de la TCR demeurent celles décrites à la section 2.2 où les structures sous-acromiales sont victimes d'une compression lorsqu'elles sont trop sollicitées ou lorsque le bras est en élévation. Cette compression résulte en une inflammation des structures sous-acromial, et d'une dégénérescence, à long terme, ce qui cause de la douleur. La douleur, à son tour, causerait une inhibition de la CR, diminuant son rôle de coaptation, ce qui diminue encore plus l'espace sous-acromial. Le but des exercices thérapeutiques est d'augmenter l'espace sous-acromial pour que les structures s'y trouvant provoquent moins de douleur, et ainsi mieux réactiver la CR et augmenter la capacité des tendons à supporter les charges imposées. La figure 1 présente une schématisation des hypothèses pouvant mener et maintenir la TCR ainsi que le rôle théorique de la coactivation.

Figure 1

Modèle théorique de l'effet de la coactivation lors de la prescription d'exercices



4.2 Dispositif de recherche

Un essai clinique contrôlé à simple aveugle (évaluateur) avec assignation aléatoire (ECR) était proposé pour vérifier si l'ajout de la coactivation des adducteurs GH lors d'un programme d'exercices de renforcement (traitement expérimental) est plus efficace qu'un programme d'exercices de renforcement conventionnel seul à court terme. L'intervention a été menée sur six semaines. Elle comportait trois évaluations (deux en laboratoire et une à domicile) et trois rencontres d'intervention (deux en laboratoire et une par téléphone).

Les évaluations et le suivi thérapeutique ont été effectués au Centre de Recherche du CHUS.

4.3 Population, échantillon et recrutement

4.3.1 Population cible et accessible

La population cible était représentée par des adultes de 18 à 65 ans souffrant de TCR subaiguë ou chronique du Québec. La population accessible était représentée par des adultes de 18 à 65 ans souffrant de TCR subaiguë ou chronique en Estrie.

4.3.2 Échantillon

Un échantillon de 42 participants était constitué à partir de la population accessible. Cette taille d'échantillon avait été calculée en se basant sur l'outil de mesure de la variable primaire, soit l'état fonctionnel évalué avec le « Disabilities of the Arm, Shoulder et Hand » (DASH) en se basant sur les hypothèses suivantes : 1) une différence de 13 points au DASH est la différence minimale cliniquement significative (van Kampen et al. 2013), 2) un écart type de 14 points (Michener et al. 2013), 3) une hypothèse unilatérale, 4) une puissance de 80% ainsi qu'une erreur alpha de 5% et 5) 15% de perte au suivi.

4.3.3 Critères d'inclusion

Les participants devaient avoir un diagnostic de TCR confirmé par un chirurgien orthopédiste (Dr. F. Balg). Les critères pour ce diagnostic sont de :

- 1) Présenter une douleur à l'épaule depuis plus de quatre semaines;
- 2) Présenter un arc de mouvement douloureux (sensibilité [sn] :0,75, spécificité [sp] :0,67) (Michener et al. 2009);
- 3) Avoir un test de Neer (sn :0,81; sp :0,54) ou Hawkin's Kennedy positif (sn :0,63; sp :0,62) (Michener et al. 2009);

4) Avoir de la douleur au mouvement résisté isométrique d'abduction ou de rotation latérale (sn :0,56; sp :0,87) (Michener et al. 2009);

5) Lire et comprendre le français ou l'anglais.

La combinaison des trois premiers critères d'inclusions présente une sensibilité de 0,75, une spécificité de 0,74 et un rapport de vraisemblance positif (RV+) de 2,93 dans le diagnostic de la TCR (Michener et al. 2009).

4.3.4 Critères d'exclusion

Les participants présentant les conditions suivantes étaient exclus de l'étude :

- 1) Présence de fracture au membre supérieur atteint d'une TCR;
- 2) Présence des signes cliniques ou radiologiques d'une rupture complète des tendons de la coiffe des rotateurs;
- 3) Présence d'un historique de chirurgies à l'épaule;
- 4) Présence d'un patron capsulaire ou un diagnostic de capsulite à l'épaule atteinte;
- 5) Présence d'arthrose (radiographie), d'arthrite rhumatoïde, d'une maladie inflammatoire systémique ou neurologique pouvant interférer avec la tendinopathie;
- 6) Présence d'antécédents d'instabilité traumatique (historique de luxation glénohumérale, tests d'appréhensions positifs).

4.3.5 Recrutement

Le recrutement s'est effectué de quatre façons. Premièrement, des affiches ont été apposées sur les babillards du Centre de Recherche du Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke (CRCHUS), au Centre Intégré Universitaire de Santé et de Services Sociaux (CIUSSS) de l'Estrie – CHUS à l'Hôpital Fleurimont et à l'Hôtel Dieu, à la Faculté de Médecine et des Sciences de la Santé de l'Université de Sherbrooke et au CEGEP de Sherbrooke. Une version électronique a également été publiée sur les réseaux sociaux. Deuxièmement, des références des médecins de familles de la ville de Sherbrooke ont contribué au recrutement. Des lettres informatives et descriptives du projet leur avait été envoyées. Troisièmement, certains participants ont été référés de la clinique externe du service d'orthopédie du Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke (CHUS). Finalement, la Clinique Universitaire de Réadaptation de l'Estrie (CURE) a également

contribué au recrutement des participants. Si les participants étaient intéressés à participer, ceux-ci pouvaient communiquer avec l'étudiant responsable du projet (N. Boudreau) pour vérifier les conditions d'admissibilité décrites précédemment.

4.3.6 Assignment aléatoire et aveugle

Une liste d'assignation aléatoire a été créée avant le début de l'étude en utilisant un générateur de nombres aléatoires par une personne externe au projet. Les assignations ont été mises dans des enveloppes scellées et opaques. L'assignation aléatoire a été effectuée par quota, à l'aide de sept blocs de six participants, pour assurer un nombre égal de participants dans les deux groupes. L'évaluateur était à l'aveugle du groupe d'attribution des participants. Il était cependant impossible d'assurer l'aveugle des participants et de la thérapeute. Une étude à simple aveugle a donc été proposée. Cependant, pour diminuer les biais face aux attentes des participants, ceux-ci n'étaient pas informés si leur groupe d'attribution était le traitement conventionnel ou le traitement expérimental. Une fois la confirmation de l'éligibilité du participant et la mesure des variables dépendantes par l'évaluateur effectuées, la thérapeute ouvrait l'enveloppe d'assignation.

4.4 Variables

4.4.1 Variables indépendantes

La variable indépendante est représentée par le type d'exercices attribué aux deux groupes de participants : **le programme de renforcement conventionnel (RCEx) et l'ajout de la coactivation au programme de renforcement conventionnel (RCEx+coactivation)**. Ces programmes d'exercices quotidiens étaient conformes à ceux prescrits par les physiothérapeutes dans la pratique courante et dans les études évaluant l'efficacité des exercices pour cette population étaient proposés (Tate et al. 2010; Struyf et al. 2013). Ces programmes comprenaient une progression de deux exercices de renforcement des muscles scapulaire et d'exercices de renforcement des muscles de la CR. Les programmes d'exercices étaient prescrits et supervisés selon des protocoles standardisés (Annexes 3 et 4) par une thérapeute en réadaptation physique possédant 22 années d'expérience (S.Bédard) avec la prescription d'exercices.

Exercices de renforcement des muscles scapulaires :

Pour les deux groupes, les exercices de renforcement des muscles scapulaires étaient les mêmes et comprenaient des « push-up » de dentelé antérieur et des rétractions scapulaires. Les « push-up » étaient débutés au mur, progressés dans une position inclinée et ensuite au sol. Les rétractions scapulaires débutés debout sans résistance et progressés à plat ventre. Les participants devaient effectuer trois séries de dix répétitions, à raison d'une fois par jour, et ce, à chaque jour. Ces exercices étaient progressés si l'exécution des trois séries se faisait sans douleur et sans difficulté. La qualité de leur exécution était également évaluée et ajustée lors des rencontres avec la thérapeute.

Exercices de renforcement GH :

Les deux groupes débutaient avec des exercices de renforcement des muscles rotateurs médiaux et latéraux. Les exercices de rotation médiale et latérale étaient faits, en premier lieu, en position debout, le bras le long du corps. Ensuite, ils étaient progressés à une position assise à côté d'une table, avec l'épaule à 30° d'abduction, le coude fléchi et appuyé sur la table.

Chaque exercice était effectué à raison de trois séries de dix répétitions, une fois par jour, et ce, à tous les jours. La progression de la résistance était faite avec des bandes élastiques de couleurs différentes. Une fois que la totalité des 30 répétitions était effectuée sans douleur et sans difficulté, la résistance appliquée lors de l'exercice pouvait être augmentée et le participant pouvait progresser à la couleur d'élastique suivante. La qualité de mouvement était également évaluée et ajustée lors des rencontres avec la thérapeute. Un journal de bord permettait de documenter l'adhérence aux interventions et la prise de médication.

Une fois ces exercices maîtrisés et non douloureux, des exercices de renforcement des fléchisseurs et des abducteurs étaient introduits. Ceux-ci étaient débutés en effectuant le mouvement de 0° à 90° et progressés dans une amplitude complète.

Spécificité des exercices de renforcement GH pour le groupe « RCEx+coactivation » (groupe expérimental) :

Pour ce groupe, les exercices de renforcement des muscles gléno-huméraux étaient effectués et progressés en coactivation. Plus spécifiquement, un recrutement actif du grand dorsal et du grand pectoral était enseigné, en utilisant le mode de rétroaction visuelle d'un électromyogramme (EMG [BTS bioengineering, FreeEMG, États-Unis]). Ce recrutement devait créer une sensation subjective d'abaissement de la tête humérale. La thérapeute enseignait ensuite les exercices de renforcement des rotateurs médiaux et latéraux, alors que le participant maintenait ce recrutement. La rétroaction par EMG permettait au participant de se pratiquer, et indiquait à la thérapeute s'il était bien assimilé et contrôlé. Si oui, le participant pouvait alors reproduire ce recrutement à la maison, en effectuant les exercices enseignés, sans toutefois avoir la rétroaction par EMG. Deux semaines plus tard, les participants étaient à nouveau rencontrés par la thérapeute pour vérifier si la coactivation était bien effectuée, la corriger et la pratiquer à nouveau, au besoin.

4.4.2 Variable dépendante primaire et instrument de mesure

L'état fonctionnel était évalué à l'aide de la version canadienne française validée du questionnaire DASH (Durand et al. 2005; St-Pierre et al. 2015). Il s'agit d'un questionnaire auto-administré valide, sensible au changement présentant un changement minimal détectable (CMD) de 11,7%, une différence minimale cliniquement significative (DMCS) de 10,2 à 20,0 et un rapport ampleur de l'effet/réponse moyenne standardisée (AE/RMS) de 1,06/1,08 (Roy et al. 2009). Il contient 30 items mesurant la fonction physique et les symptômes pour des atteintes au membre supérieur. Les résultats vont de zéro à 100, où zéro indique aucune limitation fonctionnelle et 100 une limitation fonctionnelle sévère.

4.4.3 Variables dépendantes secondaires et instruments de mesure

La douleur

La douleur était caractérisée par un des paramètres recommandés par le groupe IMMPACT (Dworkin et al. 2008) : l'intensité mesurée par l'EVA. L'EVA est une ligne horizontale de 100 millimètres où le participant devait y inscrire un trait à l'endroit représentant sa douleur. Zéro millimètre indiquait aucune douleur et 100 millimètres indiquait la pire douleur imaginable. Les participants devaient y indiquer leur douleur au

repos au repos et leur douleur au mouvement. L'EVA possède une DMCS de 14 mm pour les douleurs à l'épaule (Tashjian et al. 2009), une fidélité ayant une corrélation de 0,95 à 0,99 à court terme et une validité, lorsque comparée avec le McGill Pain Questionnaire, de 0,42 à 0,57 (Wewers and Lowe 1990).

L'état fonctionnel et qualité de vie

Le Western Ontario Rotator Cuff Index (WORC) est un questionnaire spécifique aux personnes souffrant de pathologies de la CR. Il mesure les limitations fonctionnelles et la qualité de vie et contient 21 items divisés en cinq catégories : symptômes physiques, sports/activités, travail, mode de vie et émotions. Il présente une fidélité test-retest de 0,96, une validité convergente avec le DASH de -0,78 et avec le Short Form-36 de 0,68 (St-Pierre et al. 2015). Il présente également de bonnes qualités métrologiques (CMD : 12,8% ; DMCS : 269 (Ekeberg et al. 2010); AE/RMS : 1,12/1,42) (Roy et al. 2015). Les résultats vont de zéro à 2100. Ces résultats sont converti en pourcentage, zéro indiquant beaucoup de douleur et de limitation et 100 indiquant aucune douleur et de limitation.

L'impression de changement

L'impression globale d'amélioration de la condition a été mesurée par le « Patient Global Impression of Change » (PGIC). Le PGIC est un questionnaire où les participants doivent quantifier leur impression de changement de la douleur et de la fonction selon une échelle catégorique ordinale allant de considérablement détérioré à considérablement amélioré. Le participant y indiquait également le pourcentage de détérioration ou d'amélioration ressentie de la douleur.

La distance acromio-humérale (DAH)

La mesure échographique de la DAH est une mesure fidèle (CCI>0.90) (Savoie et al. 2014) définie comme la distance tangentielle entre la partie inférieure visible de l'acromion et la partie supérieure de la tête humérale, deux repères osseux qui sont hyperéchogènes. Les images échographiques (Aplio 50, Toshiba; sonde linéaire 7,5 Hz) ont été prises selon un protocole standardisé. La sonde était positionnée sur la face latérale de l'épaule suivant l'axe longitudinale de l'humérus. La distance était alors mesurée à la

partie la plus antérieure de l'acromion. Des mesures ont été effectuées avec l'épaule du participant à zéro, 30 et 60 degré d'abduction active, avec le coude fléchi à 90 degrés.

Force musculaire isométrique

La force musculaire isométrique a été évaluée à l'aide d'un dynamomètre manuel MicroFET (Hoggan Health Industries, États-Unis) pour les fléchisseurs, abducteurs et rotateurs médiaux et latéraux GH. Le protocole de collecte de mesure de la force musculaire a été inspiré par Reese (2012) (Reese et al. 2012). Les fléchisseurs et les abducteurs ont été évalués en position assise. Pour les fléchisseurs, le dynamomètre était positionné sur la face antérieure de l'humérus distal, tout juste proximal aux épicondyles. L'épaule devait être à 15 degrés de flexion. Pour les abducteurs, le dynamomètre était positionné sur la face latérale de l'humérus distal, tout juste proximal à l'épicondyle latérale. L'épaule devait être 15 degrés d'abduction. Les rotateurs médiaux et latéraux ont été évalués en décubitus dorsal. Le bras du participant devait être parallèle au sol, à zéro degré d'abduction. Une serviette pouvait être utilisée sous le coude pour assurer le parallélisme. Le coude était fléchi à 90 degrés, et le poignet dans la position neutre. Pour les rotateurs médiaux, le dynamomètre était positionné sur la face palmaire de l'avant-bras distal, juste proximal à la première rangée des os du carpe. Pour les rotateurs latéraux, le dynamomètre était positionné sur la face dorsale de l'avant-bras distal, juste proximal à la première rangée des os du carpe. Chaque groupe musculaire a été évalué à trois reprises.

4.5 Déroulement de l'étude

Lors de la première rencontre (T_0), un évaluateur (N.Boudreau) procédait à l'évaluation en laboratoire de la variable dépendante principale, soit le niveau fonctionnel (questionnaire), et des variables dépendantes secondaires suivantes : l'intensité de la douleur (questionnaire), la qualité de vie (questionnaire), l'espace sous-acromial (échographie) et la force musculaire (dynamomètre manuel). Lors de cette même rencontre, les participants rencontraient la thérapeute (S.Bédard) pour l'enseignement des exercices, selon le groupe d'attribution. Pour les deux groupes, la première rencontre était divisée en trois parties : 1) éducation sur la pathologie; 2) démonstration du programme d'exercices et sa progression; et 3) pratique, correction et réponse aux questions. Un dépliant qui décrit et

illustre les exercices à accomplir étaient remis aux participants, selon leur groupe d'attribution.

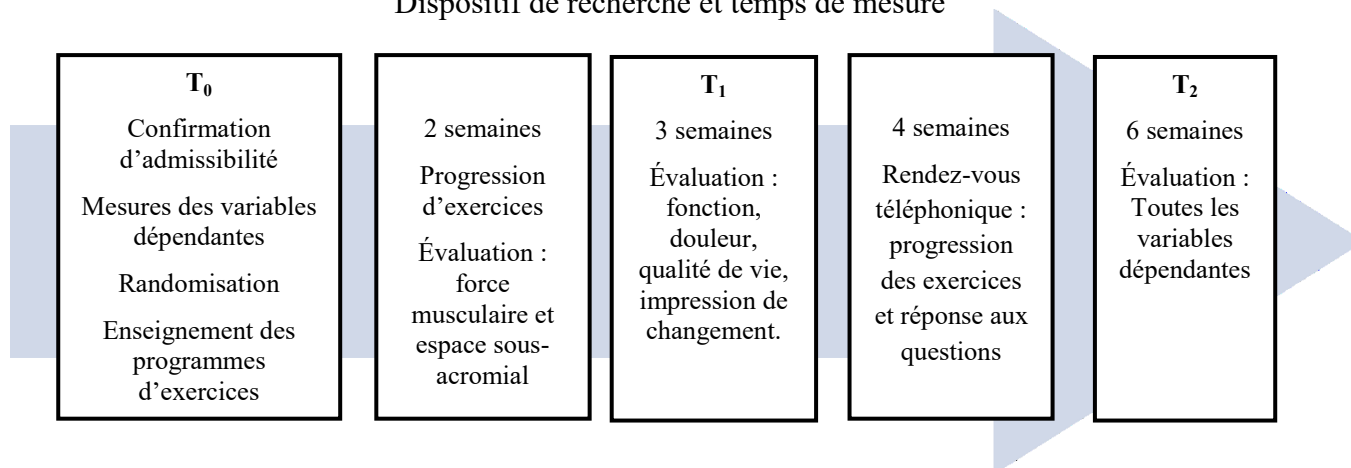
Deux semaines plus tard, les participants revenaient en laboratoire pour rencontrer la thérapeute. Cette rencontre avait comme but de revoir les exercices, les progresser au besoin et de répondre aux questions. Lors de cette séance de révision d'exercices, l'évaluateur reprenait une deuxième mesure de l'espace sous-acromial et de la force musculaire.

Trois semaines après le début du programme d'exercices (T_1), l'évaluateur appelait les participants à domicile pour qu'ils complètent à nouveau les questionnaires servant à mesurer la fonction, la douleur et la qualité de vie. Ils devaient également remplir un questionnaire sur leur impression du changement apporté depuis le début de l'intervention.

Quatre semaines après le début du programme d'exercices, une rencontre téléphonique entre la thérapeute et les participants était prévue pour les accompagner dans la progression des exercices et pour répondre aux questions.

Six semaines après le début du programme d'exercices (T_2), l'évaluation finale était effectuée par l'évaluateur, en laboratoire. Toutes les variables dépendantes étaient réévaluées. Les participants étaient ensuite réévalués par le chirurgien orthopédique pour la poursuite du suivi selon les lignes directrices cliniques du CIUSSS de l'Estrie – CHUS.

Figure 2
Dispositif de recherche et temps de mesure



4.6 Analyse statistique

La normalité des données a été évaluée à l'aide du test Shapiro-Wilk. Un ANOVA mixte à deux degrés (deux groupes d'intervention et trois temps de mesure) a été utilisé pour déterminer si une interaction existait entre les groupes et le temps pour le DASH, le WORC, l'EVA et la force musculaire. Une ANOVA mixte à trois degrés a été utilisée pour déterminer si une interaction existait entre les groupes, le temps et l'angle d'abduction pour l'évaluation de la DAH. Une analyse par intention de traiter a été utilisée pour toutes les variables. Les données manquantes ont été estimées à l'aide de la méthode «average imputation method». De plus, une analyse par protocole a été faite pour les résultats présentés dans l'article. La proportion des participants ayant eu une DMCS a été comparée à l'aide d'un test chi-carré. Pour le PGIC, le pourcentage des participants ayant ressenti au moins une légère amélioration a été comparé avec un test chi-carré. Les causes d'attrition ont été énumérées. Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel SPSS *Statistics* 23 (IBM Corp., Chicago, Illinois).

4.7 Considération éthique

Le projet a été approuvé par le comité éthique de la recherche chez l'humain du centre de recherche du CHUS le 20 juin 2016. Les formulaires, questionnaires et documents remis aux participants étaient anonymes. Les dossiers des participants étaient conservés dans une armoire fermée à clef. Lors de la rencontre initiale, les participants se sont fait expliquer le projet, les bénéfices et inconvénients potentiels. Ceux-ci ont pu donc

faire un consentement à participer au projet de façon libre et éclairée. Deux formulaires de consentement ont été signés par l'étudiant responsable du projet et le participant. Un formulaire était gardé par le participant, et l'autre, par l'étudiant. Le formulaire de consentement gardé par l'étudiant était également signé par la chercheuse principale (N. Gaudreault) et conservé dans le dossier du participant. Les participants qui désiraient abandonner le projet ont pu le faire sans insistance ou représailles de l'étudiant responsable du projet ou de l'équipe de recherche. Un dédommagement financier de 15 dollars par visite était accordé pour les frais de déplacement et de stationnement.

CHAPITRE 5 : RÉSULTATS

Les résultats en lien avec l'objectif principal seront présentés sous forme d'un article scientifique qui a été soumis pour publication. Les résultats en lien avec l'objectif secondaire seront présentés à la suite de l'article à la section 5.2.

5.1 Résultats de l'objectif principal

5.1.1 : Avant-propos :

Chapitres : Chapitre 5.

Titre : Effect of Adding Muscle Coactivation to Regular Shoulder Strengthening Exercises on Symptoms, Functional Limitations and Acromiohumeral Distance in Individuals with Rotator Cuff Tendinopathy: A Single-Blind Randomized Controlled Trial

Auteurs : Nicolas Boudreau, pht ; Nathaly Gaudreault, pht, Ph.D ; Jean-Sébastien Roy, pht, Ph.D ; Sonia Bédard, T.R.P.; Frédéric Balg, MD

Statut : Soumis à la revue Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy, le 10 janvier 2018. Resoumis le 2 mai 2018 avec le document réponse aux évaluateurs.

Contribution de l'étudiant : Nicolas Boudreau a contribué de manière principale au développement de l'idée de recherche, de la question, de la recension des écrits, de l'élaboration du protocole de recherche, au recrutement, à la collecte de données et à la rédaction et à la révision du texte original de l'article.

5.1.2 : Article

Effect of Adding Muscle Coactivation to Regular Shoulder Strengthening Exercises on Symptoms, Functional Limitations and Acromiohumeral Distance in Individuals with Rotator Cuff Tendinopathy: A Single-Blind Randomized Controlled Trial

Nicolas Boudreau, PT¹ ; Nathaly Gaudreault, PT, Ph.D^{1,2} ; Jean-Sébastien Roy, PT, Ph.D^{3,4}
; Sonia Bédard²; Frédéric Balg, MD^{1,2}

¹. Faculty of Medicine, University of Sherbrooke, Sherbrooke (QC), Canada.

². *Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke* Research Center, Sherbrooke (QC), Canada

³. Faculty of Medicine, Laval University, Quebec City (QC), Canada

⁴. Centre for Interdisciplinary in Rehabilitation and Social Integration, Quebec Rehabilitation Institute, Quebec City (QC), Canada.

Grant support: NB is supported by *Fonds de Recherche du Québec – Santé*. This study was granted by *Ordre professionnel de la Physiothérapie du Québec* and *Le Réseau Provincial de Recherche en Adaptation-Réadaptation*.

Ethics committee approval: Centre Hospitalier de l'Université de Sherbrooke human-research ethics committee (# 2017-1404).

Public trials registry: ClinicalTrials.gov (# NCT02837848)

Corresponding author:

Nicolas Boudreau, PT, M.Sc(c)

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

Email: [REDACTED]

Devis de recherche : Essai clinique contrôlé à assignation aléatoire.

Contexte : Les interventions pour traiter la tendinopathie de la coiffe des rotateurs incluent les exercices de renforcement de la coiffe des rotateurs dans l'optique de promouvoir une meilleure coordination musculaire, limiter le rétrécissement de l'espace sous-acromial et ainsi limiter la compression des structures sous-acromial. Le recrutement des adducteurs gléno-huméraux limite également ce rétrécissement. Alors, le maintien du recrutement des adducteurs gléno-huméraux lors de l'exécution d'exercices de renforcement des muscles de la coiffe des rotateurs pourrait provoquer des meilleurs résultats.

Objectifs : Comparer l'efficacité, à court terme, de l'ajout de la coactivation (RCEx+coactivation) à un programme de renforcement de la coiffe des rotateurs (RCEx) pour améliorer la fonction, réduire la douleur et augmenter la distance acromiohumérale (DAH) chez des adultes souffrant de tendinopathie de la coiffe des rotateurs.

Méthodologie : Quarante-deux participants avec un diagnostic de tendinopathie de la coiffe des rotateurs ont été assignés aléatoirement dans le groupe « RCEx » (renforcement des muscles scapulaires et de la coiffe des rotateurs) ou « RCEx+coactivation » (ajout de la coactivation des adducteurs gléno-huméraux aux exercices de renforcement de la coiffe des rotateurs). Trois séries de dix répétitions de chaque exercice devaient être faites à chaque jour pendant six semaines. La fonction (Disabilities and Arm, Shoulder and Hand questionnaire [DASH]; Western Ontario Rotator Cuff index [WORC]), la douleur (échelle visuelle analogue (EVA) et la DAH (à 0°, 30° et 60° d'abduction) ont été évaluées au départ, à trois et six semaines. Les données ont été analysées avec des ANOVA mixtes.

Résultats : Aucune interaction du temps par le groupe n'a été trouvée pour toutes les variables ($p \geq 0,057$). Des effets principaux de temps ont cependant été observés pour le WORC ($p < 0,001$) et l'EVA au mouvement ($p < 0,001$)

Conclusion : Les résultats de notre étude montrent que l'ajout de la coactivation des adducteurs gléno-huméraux aux exercices de renforcement de la coiffe des rotateurs n'apporte aucun bénéfice supplémentaire sur la fonction, la douleur et la DAH.

Effect of Adding Muscle Coactivation to Regular Shoulder Strengthening Exercises on Symptoms, Functional Limitations and Acromiohumeral Distance in Individuals with Rotator Cuff Tendinopathy: A Single-Blind Randomized Controlled Trial

Study Design: Single-blind, randomized controlled trial

Background: Treatments for rotator cuff (RC) tendinopathy include RC muscle strengthening to promote better muscle recruitment in order to minimize subacromial narrowing. Glenohumeral adductors recruitment has also been shown to prevent such narrowing; therefore, adding glenohumeral adductor coactivation during RC strengthening could enhance the effectiveness of RC strengthening. No study has, however, explored its benefits.

Objectives: To compare the short-term efficacy of adding glenohumeral adductor coactivation (RCEx+coactivation) to a RC strengthening program (RCEx) to improve function, reduce symptoms and increase acromiohumeral distance (AHD) in adults with RC tendinopathy.

Methods: Forty-two participants with RC tendinopathy were randomly assigned to RCEx (strengthening of the scapular and RC muscles) or RCEx+coactivation (addition of glenohumeral adductor recruitment while performing RC strengthening) group. The daily programs were performed at home for six weeks. Functional limitations/symptoms (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand score [DASH – primary outcome], Western Ontario Rotator Cuff index [WORC]), pain (Visual Analogue Scale [VAS]) and AHD (0°, 30° and 60° of abduction) were measured at baseline, 3 weeks and 6 weeks. Data were analyzed using mixed model ANOVAs.

Results: No significant Group x Time interaction was observed for DASH, WORC, VAS and AHD ($p \geq .057$). Significant time effects were obtained for the WORC and VAS ($p < .001$).

Conclusion: The present findings show that adding glenohumeral adductor coactivation to a RC strengthening program does not result in improved short-term efficacy in any of the measured outcomes.

Level of evidence: Therapy, level 1b.

Key words: Shoulder pain, therapeutic exercises, physiotherapy.

INTRODUCTION:

Shoulder pain is one of the most common types of musculoskeletal pain in the general population²⁷ as its prevalence has been estimated between 7% and 26% and its annual incidence between 0.9% and 2.5%.³¹ Among the multiple causes of shoulder pain, rotator cuff (RC) tendinopathy is the most common with up to 85% of painful shoulders.^{38,45} RC tendinopathy is a general diagnosis including subacromial impingement syndrome, tendinosis and partial tear of the RC, tendinosis of the long head of the biceps and subacromial bursitis.³⁹ All these conditions could be the result of impingement of the subacromial soft tissues between the coracoacromial arch and the superior aspect of the humeral head, when the arm is elevated.^{5,39}

Lack of coordination or weakness of scapulothoracic and scapulohumeral muscles^{8,9,14} is one of the main factors thought to lead to subacromial narrowing in individuals with symptomatic RC tendinopathy.⁴² More specifically, the inability of the scapular muscles to achieve superior rotation and posterior tilt^{18,30} as well as the failure of RC muscles to counter the superior humeral head translation imposed by deltoid contraction can lead to impingement of the subacromial soft tissues while performing overhead dynamic tasks.^{14,26,40} Aside from RC muscles, opposition of such superior humeral head translation can be achieved by the glenohumeral adductors (i.e. pectoralis major and latissimus dorsi muscles), which act as humeral head depressors by means of the medio-inferior vector created by the orientation of their tendons.²¹ Recruitment of the glenohumeral adductors has been shown to decrease subacromial narrowing in elevated arms^{21,25,43} and is thought to be a coping mechanism to decrease pain in individuals with RC tendinopathy.^{10,11,43}

Recent systematic reviews^{12,29} and meta-analyses^{16,23} concluded that RC and scapular strengthening exercises should be included in rehabilitation programs for individuals with RC tendinopathy.^{2,3,7,15,32} However, to our knowledge, the efficacy of adding glenohumeral adductors coactivation during RC strengthening exercises has never been evaluated in patients with RC tendinopathy. Since recruitment of those muscles could prevent a decrease in subacromial space during arm elevation, it could lead to improved exercise performance, earlier benefits and better treatment outcomes compared to routine RC strengthening exercises.

Thus, the aim of this randomized controlled trial (RCT) was to compare the short-term efficacy of adding pectoralis major and latissimus dorsi coactivation (RCEx+coactivation) to a rotator cuff strengthening exercise program (RCEx) to improve function and reduce pain in adults with RC tendinopathy. Our hypothesis was that participants in the RCEx+coactivation group would demonstrate greater improvement in function and greater reduction in pain.

METHODS:

Study Design:

This parallel, single-blind, prospective RCT included three evaluation sessions (baseline, week 3 and week 6) and a six-week home exercise program (including two supervised physiotherapy sessions at baseline and week 2). The primary outcome was the Disabilities of Arm, Shoulder and Hand (DASH) questionnaire, while the secondary outcomes were the Western Ontario Rotator Cuff (WORC) index, Visual Analogue Scale (VAS) for pain and the acromiohumeral distance (AHD) at 0°, 30° and 60° of abduction measured by ultrasonography.

Participants:

Forty-two adults with a diagnosis of symptomatic RC tendinopathy confirmed by an orthopaedic surgeon were recruited. Inclusion criteria were as follows: 1) 18-65 years of age, 2) symptoms lasting longer than one month, 3) presence of a painful arc in active flexion or abduction, 4) presence of a positive Neer sign or Hawkin's Kennedy test, 5) presence of pain when resisting humeral external rotation or abduction, and 6) ability to speak English or French to provide informed consent and to complete the questionnaires. The combination of criteria 3), 4) and 5) shows a sensitivity of 0.75, a specificity of 0.74 and a positive likelihood ratio of 2.93.³⁵ Exclusion criteria were 1) presence or history of a shoulder fracture on the affected side, 2) a magnetic resonance imaging (MRI) diagnosis or clinical signs (significant weakness with resisting external rotation and abduction movement, positive drop arm test) of a full-thickness RC tear, 3) history of surgery on the affected shoulder, 4) presence of shoulder capsulitis (restriction of passive glenohumeral movement of at least 30% for two or more directions), 5) presence of shoulder

osteoarthritis, rheumatoid arthritis, a systemic inflammatory or neurologic condition, 6) history of traumatic shoulder instability (dislocation), and 7) administration of a corticosteroid injection in the affected shoulder within the past six weeks. The study protocol was approved by the Centre Hospitalier de l'Université de Sherbrooke human research ethics committee. This RCT is registered on the ClinicalTrials.gov website (NCT02837848). Data were collected at the Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke's Research Center (CRCHUS).

Randomization and blinding:

Participants were randomly assigned to the RCEx group or the RCEx+coactivation group. A randomized allocation list was created with a random number generator (www.randomizer.org) before the study began by an independent person, using seven blocks of six participants. Allocations were sequentially numbered and placed in sealed and opaque envelopes. After participant enrollment was confirmed and baseline outcome assessments were completed by the evaluator, the envelope was opened by the therapist. Participants were instructed not to talk about their exercise program and were blinded to the other group's program. At the end of the protocol, participants were asked if they knew the other group program. The evaluator remained the same throughout the study and was blinded to participants' group allocation. A code was assigned to each participant and the evaluation data sheet contained no information that allowed group allocations to be revealed. The therapist was not blinded to group assignments.

Intervention:

After randomization, all participants received their exercise programs. At the first visit, education about RC tendinopathy physiopathology, postural advice and activity modification recommendations were provided to both groups. The therapist then taught the participants the exercises based on group allocation (i.e. RCEx or RCEx+coactivation), corrected their performance and answered questions as required. An appointment with the therapist was scheduled two weeks later to review, correct and progress the exercises to the next intensity level when needed. This appointment was also necessary to ensure that the coactivation for the RCEx+coactivation group was achieved during RC strengthening. A telephone call was scheduled four weeks after the start of each program to answer any

questions the participants had about the exercises. Participants in RCEx+coactivation group were reminded about the proper procedures for achieving coactivation.

The exercise program included the same exercises for each group as well as the same progression (**Appendix A and B**):

- Serratus anterior strengthening exercises: Wall push-ups with press-outs (addition of scapula protraction) were initially prescribed. Participants then progressed to inclined push-ups with press-outs and lastly to horizontal push-ups with press-outs.
- Trapezius strengthening exercises: Scapular retraction exercises were first taught in a standing position, with the arms slightly abducted. Participants subsequently performed the exercises with arms at 90° of scapular plane abduction while standing. The final exercise pose was a prone position, with arms at 90° of scapular plane abduction.
- Glenohumeral strengthening exercises: RC muscle strengthening was performed via external and internal rotation exercises, while standing with the arm beside the trunk. Exercises progressed using colored elastic bands, starting with the lightest tension band (yellow), followed by the next colors (red, blue). Once participants could perform all repetitions without pain, they were instructed to continue the same progression with the shoulder at 30° abduction, and the elbow supported on a table. Once participants could perform 10 repetitions of these exercises without pain, glenohumeral flexor and abductor strengthening exercises were introduced.

These exercises were selected because their efficacy has been reported in the literature.¹

The specificities of the program for the RCEx+coactivation group were:

Participants in the RCEx+coactivation group had to perform the glenohumeral exercises while recruiting the pectoralis major and latissimus dorsi muscles. To achieve this, voluntary recruitment of the pectoralis major and latissimus dorsi was taught prior to the demonstration of the glenohumeral exercises using visual feedback provided by electromyography (EMG) (FREEEMG, BTS Bioengineering, Brooklyn, New York). For the pectoralis major, the electrode was positioned on the muscle belly of the sternal part, over the costochondral joint of the third rib. The electrode on the latissimus dorsi was

positioned on the muscle belly, one centimeter under the inferior angle of the scapula. Electrode placements were based on previous literature,¹⁹ pre-tested and adjusted to minimize crosstalk contamination and maximize signals. Once recruitment was correctly executed (50% of the maximum voluntary contraction signal), it had to be maintained while performing the glenohumeral exercises. This was confirmed by visualizing EMG signals during the exercise training session. During each appointment with the therapist (baseline and week 2), participants were evaluated on their capacity to achieve the exercises while performing coactivation. If needed, more practice was performed with the therapist using the EMG. During the phone call appointment (4 weeks), participants were reminded about the proper procedure for achieving coactivation.

Conversely, participants in the RCEx group were instructed not to recruit the pectoralis major and latissimus dorsi muscles (less than 15% of the maximum voluntary contraction signal). This was also confirmed by visualizing EMG signals during the training sessions (at baseline and week 2).

Therefore, the only difference between the two groups was that the RCEx+coactivation group was asked to recruit the pectoralis major and latissimus dorsi muscles during the glenohumeral strengthening exercises. The other two exercises (serratus anterior strengthening and trapezius strengthening) and the education on RC tendinopathy were exactly the same for both groups.

Exercises parameters:

The following exercise parameters were given (**Appendix A**): three sets of 10 repetitions of each exercise, once a day and 7 days a week for 6 weeks. Participants progressed to the next level when they could perform 3 sets of 10 repetitions without pain. Otherwise, if participants had pain of more than 4 on a 0-10 numerical pain rating scale during the exercises, they had to drop down to the previous exercise level. Participants were allowed to ice the shoulder. A logbook was completed by each participant to document exercise compliance. All logbooks were returned to the evaluator at week 6.

Outcomes:

Outcomes were assessed at 0, 3 and 6 weeks. After enrollment, participants were asked to complete a questionnaire on personal (i.e. age, sex, and dominant side) and occupational variables (type of work). The primary outcome, the DASH, is a 30-item self-reported questionnaire measuring symptoms and disabilities caused by a non-specific upper limb disorder. The questionnaire is scored on a 100-point scale, where 0 represents no disabilities and 100 represents extreme disabilities (MCID: 13 points).⁴⁷ Secondary outcomes included the WORC index, VAS and AHD. The WORC was also used to assess functional limitations. It is a disease-specific questionnaire developed to measure health-related function and quality of life of individuals with RC disorders. It contains 21 items and is scored out of 100, with 0 representing extreme disabilities and 100 no disabilities (MCID: 11 points).¹⁷ Pain at rest and during movement was evaluated using a 100 mm VAS, where 0 mm corresponds to no pain and 100 mm corresponds to the worst imaginable pain (MCID: 14.0 mm).⁴⁴ Finally, AHD was measured using an Aplio 50 (Toshiba, Tokyo, Japan) ultrasound scanner with a 7.5 Hz linear probe. Measurements were taken at 0°, 30° and 60° of glenohumeral active abduction, in a sitting position. The probe was oriented along the longitudinal axis of the humerus on the anterior aspect of the lateral surface of the acromion.⁴¹ AHD is defined as the tangential distance between the humeral head and the inferior edge of acromion.¹³ AHD measured with ultrasonography had been shown to be reliable (ICC>0.90)⁴¹ and presented a minimal detectable change (MDC) of 1.2 mm.³³

Sample size:

The sample size was estimated for the primary outcome, the Disabilities of Arm, Shoulder and Hand (DASH) questionnaire, using the following parameters: 1) a minimal clinically important difference (MCID) of 13%,⁴⁷ 2) a standard deviation of 14%,³⁴ 3) a statistical power of 0.80, 4) an alpha error of 0.05, 5) 15% lost to follow-up and 6) a unilateral hypothesis. The sample size required was 21 participants per group.

Analysis:

Intention-to-treat (missing data handled using the average imputation method) and per-protocol analyses were performed for all outcomes. Two-way mixed ANOVAs (Groups [RCEx or RCEx+coactivation] x Time [week 0, 3, 6]) were used to determine the added effects of coactivation on DASH, WORC and VAS. A three-way mixed ANOVA (Groups [RCEx or RCEx+coactivation] x Time [week 0, 3, 6] x Angles [0°, 30°, 60° of abduction]) was used to determine the effect of adding coactivation on AHD. Effect size were also reported with partial eta squared (η^2). Finally, for the DASH, WORC and VAS, a Chi-square test was used to compare the proportion of participants in each group with a clinically important improvement at six weeks. The level of significance was $p < 0.05$. Data were analyzed with SPSS Statistics 23 (IBM Corp., Chicago, Illinois).

RESULTS:

From August 2016 to November 2017, 42 participants with RC tendinopathy were included from 121 potential candidates. Participants' characteristics for each group at baseline are summarized in **Table 1**. Of the 42 participants, three did not complete the study (**Figure 1**): one withdrew due to the onset of another health condition requiring immediate medical intervention, one opted out because of the loss of a family member and another because he was satisfied with the relief of symptoms and did not want to complete the study. Two were in the RCEx group while the other was in the RCEx+coactivation group. At the end of the intervention, all participants did not know the intervention received by the other group. The assessor declared not knowing group allocation for any of the participants. The compliance rate was good (85.7%) and not different between groups (**Table 2**). Two participants per group experienced an increased pain level at three weeks or six weeks that was addressed with corticosteroid injections or an alternative exercises program at the 6-week follow-up. Mean scores at all measurement times and within-group changes from baseline at 3 weeks and 6 weeks are presented in **Table 3** (DASH, WORC and VAS) and **Table 4** (AHD at 0°, 30° and 60° of abduction).

Table 1.	Participant Characteristics and Dependent Variables at Baseline	
Variable	RCEX (n=21)	RCEX+coactivation (N=21)
Age, years ; $\bar{X} \pm SD$	49.6 \pm 13.2	50.2 \pm 10.9
Gender – Female/male	13/8	9/12
Dominance – Right handed, n (%)	17 (81.0)	17 (81.0)
Symptom duration, month; $\bar{X} \pm SD$	41.8 \pm 40.5	44.2 \pm 52.9
DASH (%); $\bar{X} \pm SD$	34.2 \pm 15.9	31.9 \pm 15.9
WORC (%); $\bar{X} \pm SD$	49.7 \pm 19.3	51.0 \pm 18.8
VASrest (mm); $\bar{X} \pm SD$	11.4 \pm 14.0	16.2 \pm 18.5
VASmovement (mm); $\bar{X} \pm SD$	78.4 \pm 15.2	72.1 \pm 18.1
Medication use at enrollment [§] ; n (%)	21 (100.0)	19 (90.5)
Abbreviations: RCEX: Rotator cuff exercises group; RCEX+coactivation: Rotator cuff + coactivation exercises group; DASH: Disabilities of Arm, Shoulder and Hand questionnaire; WORC: Western Ontario Rotator Cuff index; VASrest: pain at rest on Visual Analog Scale; VASmovement: pain with movement on Visual Analog Scale *Mann–Whitney U test §Medication reported includes analgesics or nonsteroidal anti-inflammatory drugs.		

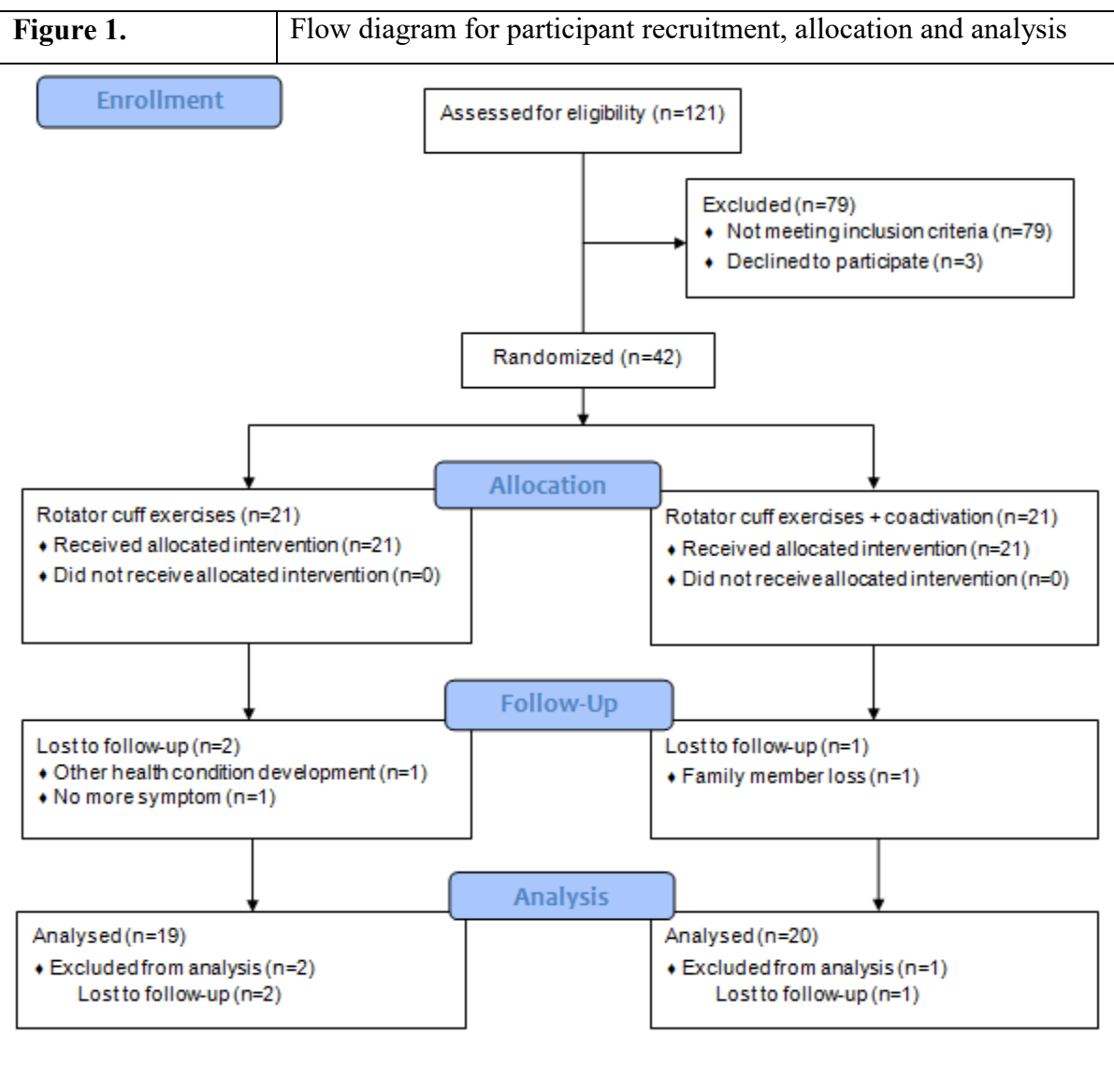


Table 2.	Exercise Program Compliance Rate		
	RCEx (n=21)	RCEx+coactivation (n=21)	<i>p</i> values
7 times/week; n(%)	13 (61.9)	14 (66.7)	0.747
5-7 times/week; n(%)	18 (85.7)	18 (85.7)	1.000
Less than 5 times/week*; n(%)	3(14.3)	3 (14.3)	1.000
Abbreviations: RCEx: Rotator cuff exercises group; RCEx+coactivation: Rotator cuff + coactivation exercises group; * Includes loss to follow-up.			

TABLE 3. Mean scores of DASH, WORC, VASrest and VASmovement at baseline, 3 weeks and 6 weeks as well as within-group change from baseline at 3 weeks and 6 weeks[§]							
Outcome	Time	RCEx	Within-group change from baseline	RCEx+coactivation	Within-group change from baseline	All Groups	Within-group change from baseline
DASH (0-100)	Baseline	31.6±14.1		32.2±15.8		31.7±15.0	
	3 weeks	31.0±18.9	-0.6(-7.0 to 5.8)	29.0±17.6	-3.2(-10.7 to 4.2)	29.7±18.2	-2.0(-7.6 to 2.7)
	6 weeks	29.9±21.2	-4.0(-11.7 to 3.7)	27.8±20.0	-4.4(-12.2 to 3.3)	28.5±18.5	-4.2(-9.4 to 0.9)
	Time effect η^2		0.085		0.076		0.072
WORC (0-100)	Baseline	51.1±17.9		51.7±22.4		51.4±18.2	
	3 weeks	59.7±22.4	8.6(-5.1 to 22.3)	60.7±23.5	9.0(3.1 to 14.9)*	60.2±22.7	8.8(3.4 to 14.3)*
	6 weeks	64.7±26.0	13.6(-1.4 to 28.6)	65.7±26.5	14.0(4.8 to 23.3)*	65.2±25.9	13.3(5.7 to 19.4)*
	Time effect η^2		0.195*		0.385*		0.267*
VASrest (0-100mm)	Baseline	12.0±14.7		14.5±17.1		13.6±15.8	
	3 weeks	21.0±21.7	9.4(-2.1 to 21.0)	14.8±15.8	0.3(-11.6 to 12.1)	18.2±19.0	4.6(-3.4 to 12.6)
	6 weeks	19.6±24.4	7.0(-6.1 to 20.2)	15.6±21.1	1.4(-9.1 to 11.8)	17.6±22.9	4.0(-3.9 to 11.9)
	Time effect η^2		0.128		0.003		0.038
VASmovement (0-100mm)	Baseline	78.0±15.9		71.0±17.8		74.0±16.6	
	3 weeks	60.2±24.6	-18.7(-36.6 to -0.8)*	55.7±24.2	-15.3(-25.9 to -4.7)*	57.1±23.1	-16.9(-21.2 to -7.4)*
	6 weeks	53.7±24.6	-26.2(-41.0 to -11.3)*	56.1±30.4	-15.0(-31.3 to 1.4)	54.7±26.7	-20.3(-30.9 to -9.6)*
	Time effect η^2		0.388*		0.212*		0.287*

Abbreviation: RCEx: Rotator cuff exercises group; RCEx+coactivation: Rotator cuff + coactivation exercises group; DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand questionnaire (0-100, 0 = no disability). WORC: Western Ontario Rotator Cuff index (0 – 100, 100 = no functional loss). VASrest: Pain at rest on Visual Analog Scale (0-100 mm, 0 = no pain). VASmovement: Pain with movement on Visual Analog Scale (0-100mm, 0=no pain).

[§]Outcome values at each point are mean(SD) and values for change scores are mean (95% confidence interval)

*P<0.05

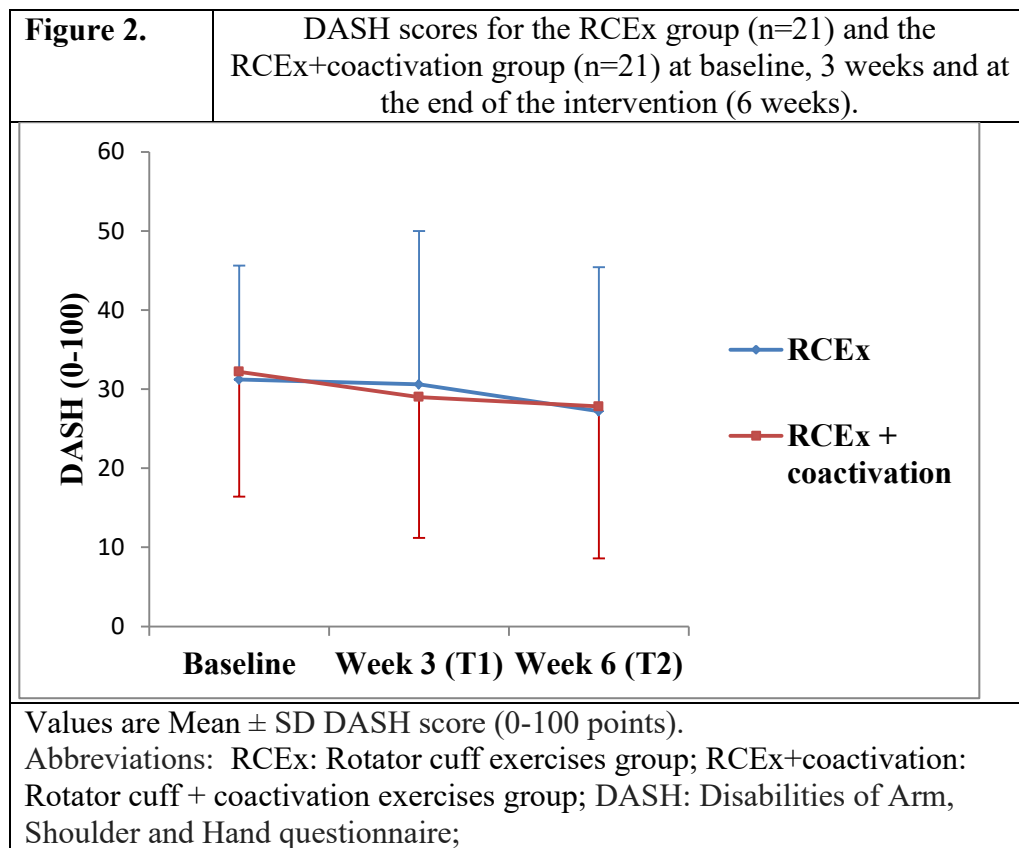
TABLE 4.	Mean measure of AHD at 0°, 30° and 60° at baseline, 3 weeks and 6 weeks as well as within-group change from baseline at 3 weeks and 6 weeks [§]						
Outcome	Time	RCEx	Within-group change from baseline	RCEx+ coactivation	Within-group change from baseline	All Groups	Within-group change from baseline
AHD 0° (mm)	Baseline	10.9±2.8		11.0±2.0		10.9±1.3	
	3 weeks	10.1±1.4	-0.7(-2.8 to 1.1)	11.2±2.1	0.2(-0.9 to 1.3)	10.6±1.9	-0.2(-1.2 to 0.7)
	6 weeks	10.2±1.9	-0.7(-1.8 to 0.5)	11.6±2.7	0.6(-0.9 to 2.1)	11.0±2.5	0,0(-0.9 to 1.0)
	Time effect η^2		0.072		0.054		0.011
AHD 30° (mm)	Baseline	10.5±3.5		10.6±2.2		10.5±2.8	
	3 weeks	10.2±2.5	-0.3(-1.4 to 0.9)	10.8±2.8	0.2(-0.8 to 1.3)	10.5±2.6	0.0(-0.7 to 0.7)
	6 weeks	9.5±1.8	-1.0(-2.6 to 0.7)	10.7±2.6	0.1(-0.9 to 1.0)	10.1±2.2	-0.4(-1.3 to 0.5)
	Time effect η^2		0.118		0.011		0.031
AHD 60° (mm)	Baseline	9.8±4.0		9.5±2.7		9.7±3.3	
	3 weeks	8.1±1.4	-1.7 (-3.9 to 0.5)	9.9±2.8	0.4 (-0.6 to 1.4)	9.1±2.4	-0.6(-1.7 to 0.6)
	6 weeks	9.0±2.5	-0.8 (-2.2 to 0.5)	10.0±2.3	0.4 (-0.9 to 1.7)	9.5±2.5	-0.2(-1,1 to 0.7)
	Time effect η^2		0.199		0.027		0.032

Abbreviation: RCEx: Rotator cuff exercises group; RCEx+coactivation: Rotator cuff + coactivation exercises group; AHD: Acromio-humeral distance.

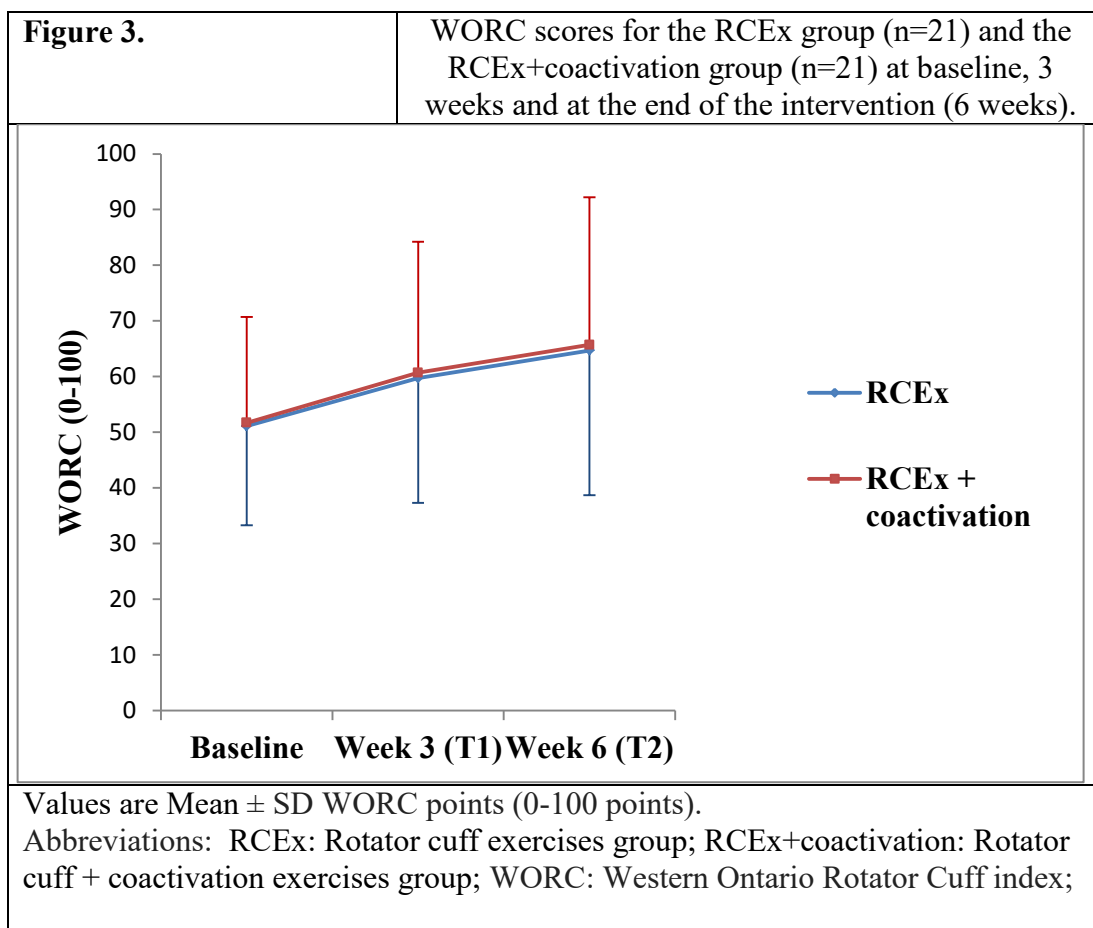
[§]Outcome values at each point are mean (SD) and values for change scores are mean (95% confidence interval)

*P<0.05

For the primary outcome measure (DASH), intention-to-treat and per protocol analyses showed no significant time-by-group interaction ($p=0.698$; $p=0.755$) (**Figure 2**), time ($p>0.286$) or group ($p>0.747$) effects. No statistically significant difference was obtained for the proportion of participants in each group with a clinically important improvement on the DASH at 6 weeks (RCEx: 4/19 (21.1%) vs RCEx+coactivation: 6/20 (30.0%); $p=0.522$).

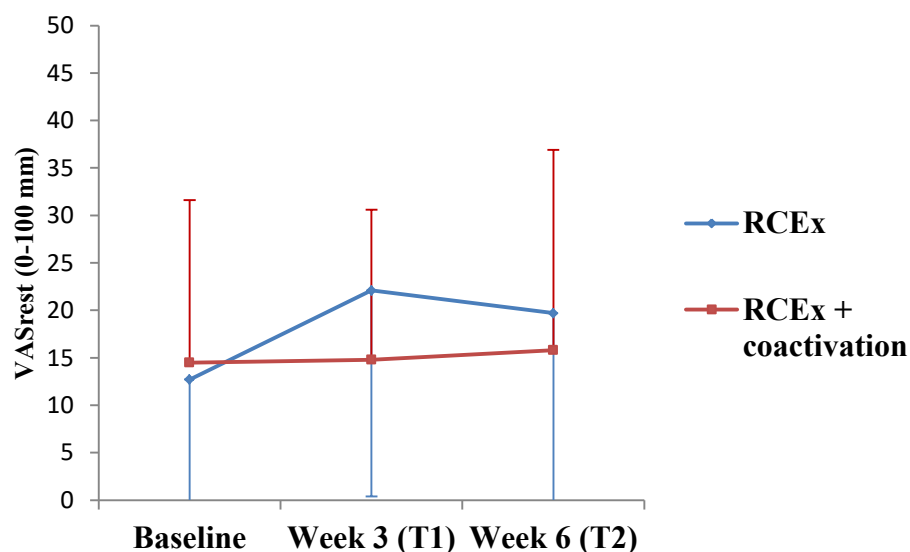


Similarly for WORC, intention-to-treat and per protocol analyses showed no significant time-by-group interaction ($p>0.960$) (**Figure 3**) or group ($p>0.781$) effects. However, a significant time effect was observed ($p\leq 0.001$). The mean WORC score improved from baseline to week 3 ($p=0.008$) and was not statistically significant between week 3 and 6 ($p=0.071$). No statistically significant difference was obtained for the proportion of participants in each group with a clinically important improvement on the WORC at 6 weeks (RCEx: 8/19 (42.1%) vs RCEx+coactivation: 11/20 (55.0%); $p=0.421$).



Intention-to-treat and per protocol ANOVAs showed no significant time-by-group interaction or group effects for pain at rest ($p > 0.300$) (**Figure 4**) or pain with movement ($p > 0.260$) (**Figure 5**). No significant time effect was observed for pain at rest ($p > 0.201$), whereas a significant time effect was found for pain with movement ($p < 0.001$). The mean pain with movement score improved from baseline to week 3 ($p < 0.001$) and was not statistically significant between week 3 and 6 ($p = 0.990$). The proportion of participants with a clinically important improvement for pain at rest [RCEx: 3/19 (15.8%) vs RCEx+coactivation: 3/20 (15.0%); $p = 0.946$] and pain with movement [RCEx: 13/19 (68.4%) vs RCEx+coactivation: 9/20 (45.0%); $p = 0.140$] was not significantly different between groups.

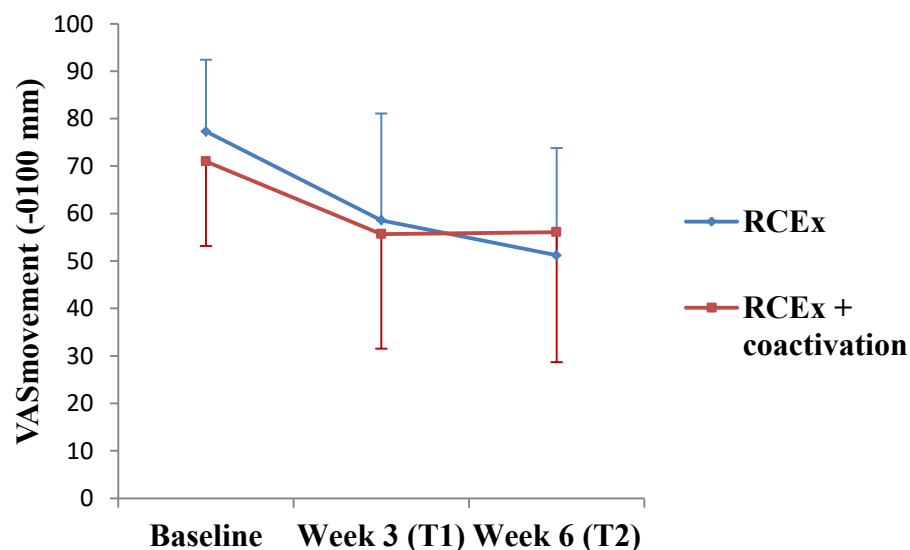
Figure 4. VASrest scores for the RCEx group (n=21) and the RCEx+coactivation group (n=21) at baseline, 3 weeks and at the end of the intervention (6 weeks).



Values are Mean \pm SD VASrest (0-100 mm).

Abbreviations: RCEx: Rotator cuff exercises group; RCEx+coactivation: Rotator cuff + coactivation exercises group; VASrest: pain at rest on Visual Analog Scale;

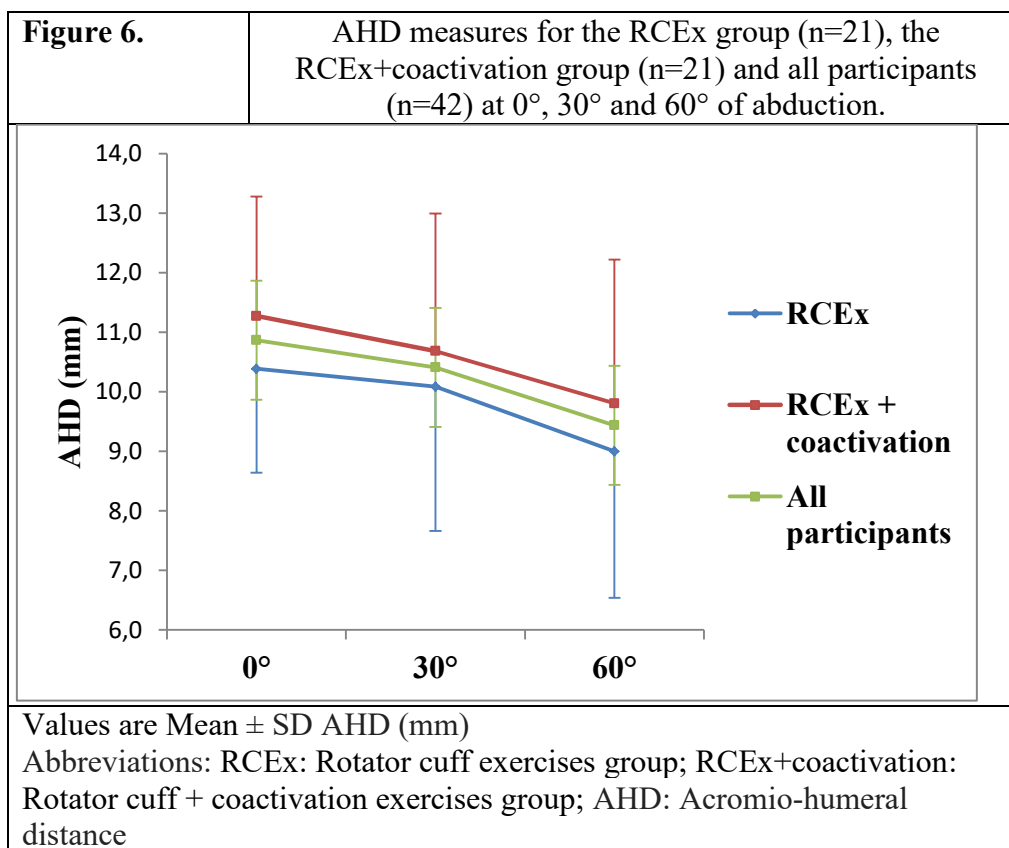
Figure 5. VASmovement scores for the RCEx group (n=21) and the RCEx+coactivation group (n=21) at baseline, 3 weeks and at the end of the intervention (6 weeks).



Values are Mean \pm SD VASmovement (0-100 mm).

Abbreviations: RCEx: Rotator cuff exercises group; RCEx+coactivation: Rotator cuff + coactivation exercises group; VASmovement: pain with movement on Visual Analog Scale;

Intention-to-treat and per protocol analyses of AHD showed no significant group x time x angle ($p>0.245$) or group x time ($p>0.057$) interaction for all angles. However, a main angle effect ($p<0.001$) was observed, showing that the AHD decreased as the arm was abducted (**Figure 6**). For all participants, the decrease in AHD was significant between 0° and 30° ($p=0.003$) and between 30° and 60° ($p<0.001$). However, a narrowing (mean change: -1.4 mm; 95% CI: -1.9 to -0.9) greater than the AHD MDC was only observed between 0° and 60° ($p<0.001$).



DISCUSSION

The present findings suggest that the addition of glenohumeral adductor coactivation to regular RC strengthening exercises does not result in additional benefits as similar changes were observed in both groups. To our knowledge, this is the first RCT to evaluate the effect of adding coactivation during strengthening exercises in individuals with RC tendinopathy. Only Beaudreuil et al^{2,3} have assessed the effect of coactivation on passive and active abduction movements. They compared the coactivation approach with a non-specific

mobilization exercise program and concluded that coactivation was more effective in reducing pain but was not more effective in improving function. The present study assessed the coactivation approach in a strengthening context targeting the principal deficiencies observed in patients with RC tendinopathy. Unlike Beaudreuil et al^{2,3}, our results do not support the addition of coactivation to a rotator cuff strengthening program to improve function and reduce pain in individuals with RC tendinopathy.

The clinical reasoning for adding glenohumeral coactivation to a regular RC strengthening program was based on the depressor effect on the humeral head.^{20,25,43} Our findings, however, show no additional effect of coactivation. Both programs also resulted in smaller changes in symptoms and functional limitations than previously observed in clinical trials that have looked at the effect of scapular and RC strengthening in individuals with RC tendinopathy.^{1,23} Improvements much lower than the DASH MCID (13 points)⁴⁷ and close to the WORC MCID (11 points)¹⁷ and the VAS MCID (14.0 mm)⁴⁴ were observed. These small changes could be explained by the fact that the mean symptom duration for participants in the present study was more than three years, which is almost twice the time reported in most of the published studies.^{1,16} A systematic review published by Kuijpers et al.²⁸ presented the different prognostic factors associated with poorer outcomes with shoulder disorders. The authors concluded that there is moderate evidence that a long duration of complaints predicts poorer outcomes. This could explain the lower improvement in function and the smaller decrease in pain observed in the present study. Moreover, patients with RC tendinopathy represent a heterogeneous population as many factors have been linked to its physiopathology.⁴² The multi-factorial etiology includes intrinsic (age, vascularity, altered mechanical properties),^{4,46} extrinsic (anatomical factors, muscle deficits, soft tissue tightness)^{6,26} and neurophysiological (sensitization of pain pathways, decreased corticospinal excitability)^{22,37} factors. Thus, the fact that the exercise programs in this study mainly targeted RC and scapular weakness and were not specific to the particular deficiencies of each participant could be another factor that explains the magnitude of changes following the strengthening programs.⁴¹

Interventions used to rehabilitate RC tendinopathy often target the principal deficiencies thought to decrease the subacromial space.^{23,29} However, even if significant improvements were observed with the WORC and VAS with movement in the present study, no significant changes were observed in the AHD at 30° and 60° of active abduction. Although weakness of RC and scapular muscles has been linked to RC tendinopathy, a loss of motor control (activation or coordination) of these muscles is thought to have a greater influence on AHD during dynamic movement.^{8,9,36,42} Thus, our programs did not address shoulder motor control. A stronger muscle will not necessarily be recruited at the right time during active movement. It would have been interesting to add such exercises in the present study as previous studies that included motor control exercises showed greater improvement in functional limitations and pain^{41,48} and an increase in AHD.⁴¹

There are some limitations associated with our study. First, changes were made to the protocol in terms of outcome measurement times, whereas data were collected only up to 6 weeks. The RCT registration stated that data would be collected until 24 weeks. However, our hypothesis was that adding coactivation would result in improved exercise performance, earlier benefits and better outcomes. Since no differences were observed over the short term (3 and 6 weeks), we decided to stop data collection at 6 weeks. Previous literature comparing different types of exercises for RC tendinopathy showed that most changes and differences occur within the first weeks of the intervention.^{7,15,32} Nevertheless, further gains could have been observed if the exercises were continued over long term follow-up. Second, although meticulous attention was given to the training and application of coactivation over the course of the intervention, we cannot exclude the fact that some participants in the RCEx+coactivation group might not have performed the coactivation at home. Finally, the therapist was not blinded to the participants' allocation group, and the participants were not blinded to their allocation group.

CONCLUSION

The results of this study show no benefit of adding glenohumeral adductors coactivation to RC strengthening exercises to improve function, decrease pain and increase AHD after a 6-week exercises program. Both groups achieved similar improvements in the WORC

questionnaire and VAS with movements, as no change was observed in DASH, VAS at rest and AHD. Further studies could identify characteristics of patients who might respond well to exercises, and characteristics of those who would more likely benefit from another intervention.

KEY POINTS

Findings:

Strengthening exercises are effective in decreasing pain with movement after a 6 week program. Adding glenohumeral adductor coactivation to regular rotator cuff strengthening did not result in additional benefits.

Implications:

Rotator cuff strengthening with or without adductor coactivation can be prescribed in clinical settings to decrease pain during movement with patients with rotator cuff tendinopathy.

Caution:

The absence of long-term follow-up in this study provides data within the first six weeks of treatment. No conclusion can be made in terms of long-term efficacy.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the CHUS orthopaedic research team and the *Clinique Universitaire de Readaptation de l'Estrie*. The first author (NB) is funded by *Fonds de Recherche du Québec – Santé*. This project was supported by *Ordre professionnel de la Physiothérapie du Québec* and *Réseau Provincial de Recherche en Adaptation-Réadaptation*.

REFERENCES

1. Abdulla SY, Southerst D, Cote P, et al. Is exercise effective for the management of subacromial impingement syndrome and other soft tissue injuries of the shoulder? A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration. *Manual therapy*. Oct 2015;20(5):646-656.

2. Beaudreuil J, Lasbleiz S, Aout M, et al. Effect of dynamic humeral centring (DHC) treatment on painful active elevation of the arm in subacromial impingement syndrome. Secondary analysis of data from an RCT. *British journal of sports medicine*. Mar 2015;49(5):343-346.
3. Beaudreuil J, Lasbleiz S, Richette P, et al. Assessment of dynamic humeral centering in shoulder pain with impingement syndrome: a randomised clinical trial. *Annals of the rheumatic diseases*. Sep 2011;70(9):1613-1618.
4. Biberthaler P, Wiedemann E, Nerlich A, et al. Microcirculation associated with degenerative rotator cuff lesions. In vivo assessment with orthogonal polarization spectral imaging during arthroscopy of the shoulder. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. Mar 2003;85-A(3):475-480.
5. Bigliani LU, Levine WN. Subacromial impingement syndrome. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. Dec 1997;79(12):1854-1868.
6. Bigliani LU, Ticker JB, Flatow EL, Soslowsky LJ, Mow VC. The relationship of acromial architecture to rotator cuff disease. *Clinics in sports medicine*. Oct 1991;10(4):823-838.
7. Blume C, Wang-Price S, Trudelle-Jackson E, Ortiz A. Comparison of Eccentric and Concentric Exercise Interventions in Adults with Subacromial Impingement Syndrome. *Int J Sports Phys Ther*. Aug 2015;10(4):441-455.
8. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Danneels LA, Cambier DC. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *The American journal of sports medicine*. Jul-Aug 2003;31(4):542-549.
9. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Vanderstraeten GG, Cambier DC. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *British journal of sports medicine*. Feb 2004;38(1):64-68.
10. de Groot JH, van de Sande MA, Meskers CG, Rozing PM. Pathological Teres Major activation in patients with massive rotator cuff tears alters with pain relief and/or salvage surgery transfer. *Clinical biomechanics*. 2006;21 Suppl 1:S27-32.
11. de Witte PB, van der Zwaal P, Visch W, et al. Arm adductor with arm abduction in rotator cuff tear patients vs. healthy -- design of a new measuring instrument [corrected]. *Human movement science*. Apr 2012;31(2):461-471.
12. Desmeules F, Boudreault J, Dionne CE, et al. Efficacy of exercise therapy in workers with rotator cuff tendinopathy: a systematic review. *Journal of occupational health*. Sep 30 2016;58(5):389-403.
13. Desmeules F, Minville L, Riederer B, Cote CH, Fremont P. Acromio-humeral distance variation measured by ultrasonography and its association with the outcome of rehabilitation for shoulder impingement syndrome. *Clin J Sport Med*. Jul 2004;14(4):197-205.
14. Diederichsen LP, Norregaard J, Dyhre-Poulsen P, et al. The activity pattern of shoulder muscles in subjects with and without subacromial impingement. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*. Oct 2009;19(5):789-799.

15. Dilek B, Gulbahar S, Gundogdu M, et al. Efficacy of Proprioceptive Exercises in Patients with Subacromial Impingement Syndrome: A Single-Blinded Randomized Controlled Study. *Am J Phys Med Rehabil*. Mar 2016;95(3):169-182.
16. Dong W, Goost H, Lin XB, et al. Treatments for shoulder impingement syndrome: a PRISMA systematic review and network meta-analysis. *Medicine*. Mar 2015;94(10):e510.
17. Ekeberg OM, Bautz-Holter E, Keller A, Tveita EK, Juel NG, Brox JI. A questionnaire found disease-specific WORC index is not more responsive than SPADI and OSS in rotator cuff disease. *Journal of clinical epidemiology*. May 2010;63(5):575-584.
18. Endo K, Ikata T, Katoh S, Takeda Y. Radiographic assessment of scapular rotational tilt in chronic shoulder impingement syndrome. *Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association*. 2001;6(1):3-10.
19. Ginn KA, Halaki M. Do surface electrode recordings validly represent latissimus dorsi activation patterns during shoulder tasks? *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*. Feb 2015;25(1):8-13.
20. Graichen H, Al-Shamari D, Hinterwimmer S, von Eisenhart-Rothe R, Vogl T, Eckstein F. Accuracy of quantitative magnetic resonance imaging in the detection of ex vivo focal cartilage defects. *Annals of the rheumatic diseases*. Aug 2005;64(8):1120-1125.
21. Graichen H, Hinterwimmer S, von Eisenhart-Rothe R, Vogl T, Englmeier KH, Eckstein F. Effect of abducting and adducting muscle activity on glenohumeral translation, scapular kinematics and subacromial space width in vivo. *Journal of biomechanics*. Apr 2005;38(4):755-760.
22. Gwilym SE, Oag HC, Tracey I, Carr AJ. Evidence that central sensitisation is present in patients with shoulder impingement syndrome and influences the outcome after surgery. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. Apr 2011;93(4):498-502.
23. Hanratty CE, McVeigh JG, Kerr DP, et al. The effectiveness of physiotherapy exercises in subacromial impingement syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Seminars in arthritis and rheumatism*. Dec 2012;42(3):297-316.
24. Hebert LJ, Moffet H, Dufour M, Moisan C. Acromiohumeral distance in a seated position in persons with impingement syndrome. *Journal of magnetic resonance imaging : JMRI*. Jul 2003;18(1):72-79.
25. Hinterwimmer S, Von Eisenhart-Rothe R, Siebert M, et al. Influence of adducting and abducting muscle forces on the subacromial space width. *Medicine and science in sports and exercise*. Dec 2003;35(12):2055-2059.
26. Keener JD, Wei AS, Kim HM, Steger-May K, Yamaguchi K. Proximal humeral migration in shoulders with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. Jun 2009;91(6):1405-1413.
27. Kooijman M, Swinkels I, van Dijk C, de Bakker D, Veenhof C. Patients with shoulder syndromes in general and physiotherapy practice: an observational study. *BMC musculoskeletal disorders*. Apr 08 2013;14:128.
28. Kuijpers T, van der Windt DA, van der Heijden GJ, Bouter LM. Systematic review of prognostic cohort studies on shoulder disorders. *Pain*. Jun 2004;109(3):420-431.

29. Littlewood C, Ashton J, Chance-Larsen K, May S, Sturrock B. Exercise for rotator cuff tendinopathy: a systematic review. *Physiotherapy*. Jun 2012;98(2):101-109.
30. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Physical therapy*. Mar 2000;80(3):276-291.
31. Luime JJ, Koes BW, Hendriksen IJ, et al. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scandinavian journal of rheumatology*. 2004;33(2):73-81.
32. Maenhout AG, Mahieu NN, De Muynck M, De Wilde LF, Cools AM. Does adding heavy load eccentric training to rehabilitation of patients with unilateral subacromial impingement result in better outcome? A randomized, clinical trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2013;21(5):1158-1167.
33. McCreesh KM, Anjum S, Crotty JM, Lewis JS. Ultrasound measures of supraspinatus tendon thickness and acromiohumeral distance in rotator cuff tendinopathy are reliable. *Journal of clinical ultrasound : JCU*. Mar-Apr 2016;44(3):159-166.
34. Michener LA, Snyder Valier AR, McClure PW. Defining substantial clinical benefit for patient-rated outcome tools for shoulder impingement syndrome. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. Apr 2013;94(4):725-730.
35. Michener LA, Walsworth MK, Doukas WC, Murphy KP. Reliability and diagnostic accuracy of 5 physical examination tests and combination of tests for subacromial impingement. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. Nov 2009;90(11):1898-1903.
36. Myers JB, Hwang JH, Pasquale MR, Blackburn JT, Lephart SM. Rotator cuff coactivation ratios in participants with subacromial impingement syndrome. *Journal of science and medicine in sport*. Nov 2009;12(6):603-608.
37. Ngomo S, Mercier C, Bouyer LJ, Savoie A, Roy JS. Alterations in central motor representation increase over time in individuals with rotator cuff tendinopathy. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. Feb 2015;126(2):365-371.
38. Ostor AJ, Richards CA, Prevost AT, Speed CA, Hazleman BL. Diagnosis and relation to general health of shoulder disorders presenting to primary care. *Rheumatology*. Jun 2005;44(6):800-805.
39. Papadonikolakis A, McKenna M, Warne W, Martin BI, Matsen FA, 3rd. Published evidence relevant to the diagnosis of impingement syndrome of the shoulder. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. Oct 5 2011;93(19):1827-1832.
40. Royer PJ, Kane EJ, Parks KE, et al. Fluoroscopic assessment of rotator cuff fatigue on glenohumeral arthrokinematics in shoulder impingement syndrome. *Journal of shoulder and elbow surgery*. Nov-Dec 2009;18(6):968-975.
41. Savoie A, Mercier C, Desmeules F, Fremont P, Roy JS. Effects of a movement training oriented rehabilitation program on symptoms, functional limitations and acromiohumeral distance in individuals with subacromial pain syndrome. *Manual therapy*. Oct 2015;20(5):703-708.

42. Seitz AL, McClure PW, Finucane S, Boardman ND, 3rd, Michener LA. Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: intrinsic, extrinsic, or both? *Clinical biomechanics*. Jan 2011;26(1):1-12.
43. Steenbrink F, Meskers CG, Nelissen RG, de Groot JH. The relation between increased deltoid activation and adductor muscle activation due to glenohumeral cuff tears. *Journal of biomechanics*. Aug 10 2010;43(11):2049-2054.
44. Tashjian RZ, Deloach J, Porucznik CA, Powell AP. Minimal clinically important differences (MCID) and patient acceptable symptomatic state (PASS) for visual analog scales (VAS) measuring pain in patients treated for rotator cuff disease. *Journal of shoulder and elbow surgery*. Nov-Dec 2009;18(6):927-932.
45. Tekavec E, Joud A, Rittner R, et al. Population-based consultation patterns in patients with shoulder pain diagnoses. *BMC musculoskeletal disorders*. 2012;13:238.
46. Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *Journal of shoulder and elbow surgery*. Jul-Aug 1999;8(4):296-299.
47. van Kampen DA, Willems WJ, van Beers LW, Castelein RM, Scholtes VA, Terwee CB. Determination and comparison of the smallest detectable change (SDC) and the minimal important change (MIC) of four-shoulder patient-reported outcome measures (PROMs). *Journal of orthopaedic surgery and research*. Nov 14 2013;8:40.
48. Worsley P, Warner M, Mottram S, et al. Motor control retraining exercises for shoulder impingement: effects on function, muscle activation, and biomechanics in young adults. *Journal of shoulder and elbow surgery*. Apr 2013;22(4):e11-19.

5.2 Résultats de l'objectif secondaire

Les résultats qui n'ont pas été abordés dans l'article sont présentés dans cette section : L'impression de changement et la force musculaire.

5.2.1 Impression de changement

Les résultats du PGIC-fonction et du PGIC-douleur sont présentés sous forme de diagrammes à bâtons des fréquences. Selon la figure 3, 33,3% des participants du groupe « RCEx » et 60,0% des participants du groupe « RCEx+coactivation » ont qualifié leur changement de fonction comme un peu amélioré ou mieux ($p=0,061$) à trois semaines (T_1). À six semaines, selon la figure 4, 63,2% et 70,0% des participants, respectivement, avaient ressenti au moins un peu d'amélioration de leur fonction ($p=0,525$).

Figure 3

Résultats du PGIC-fonction à trois semaines (T_1)

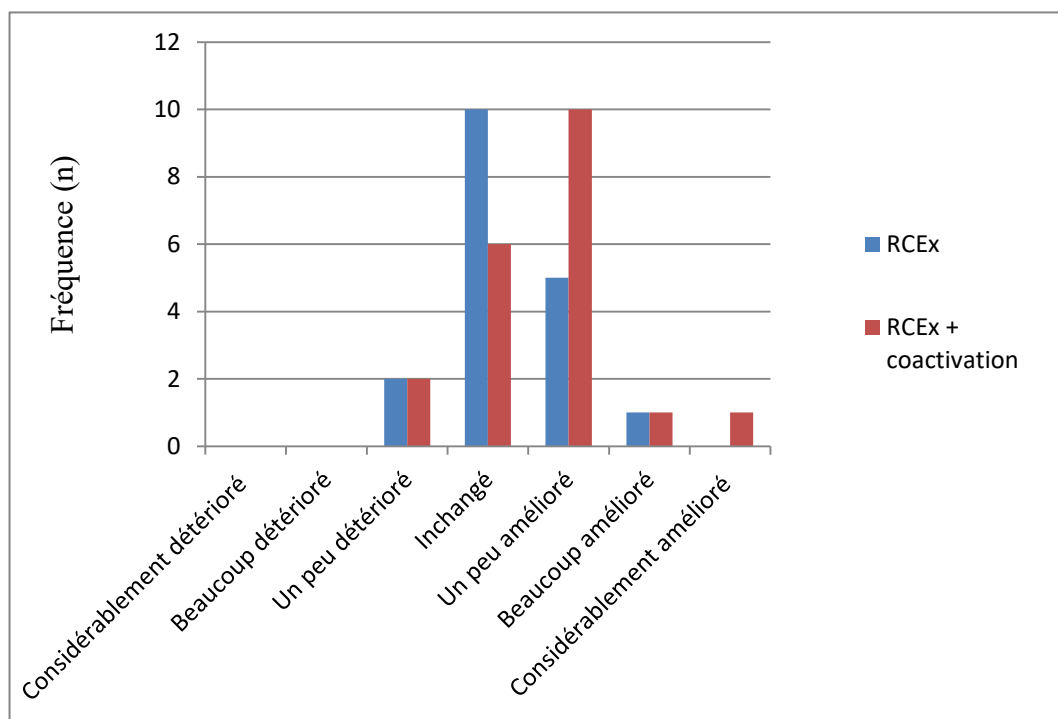
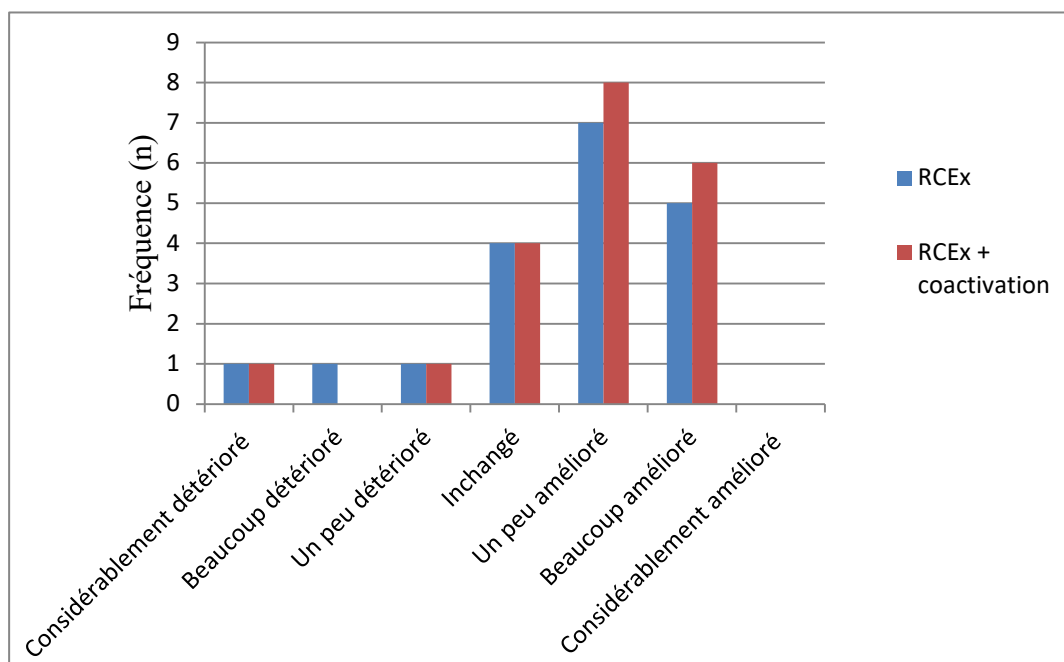
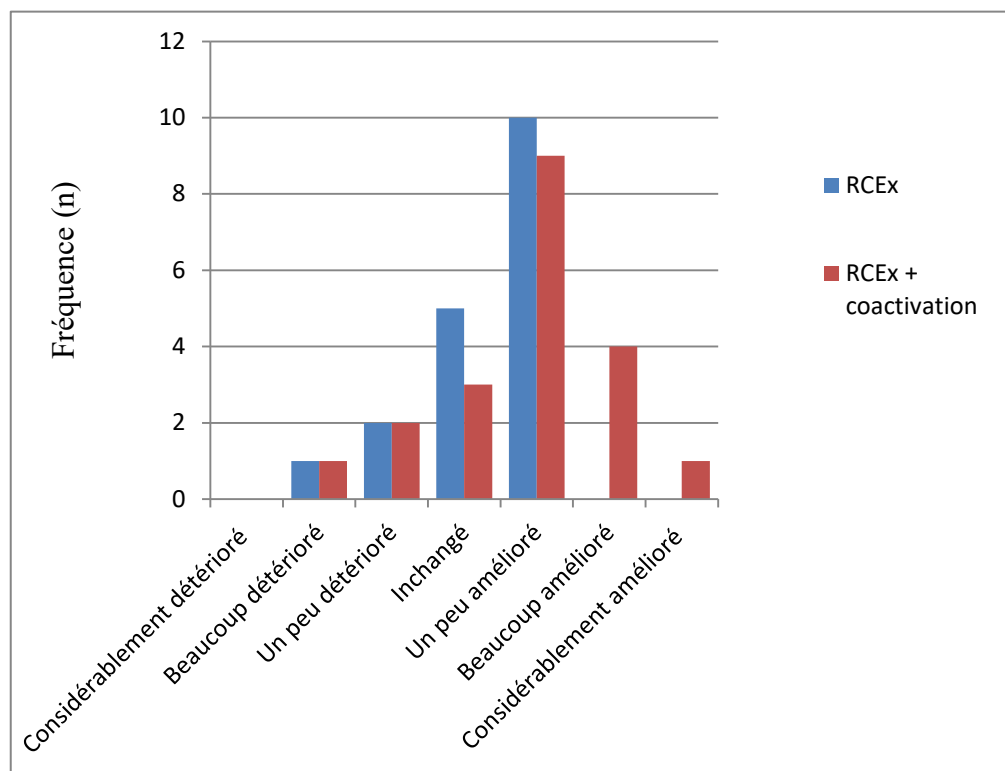
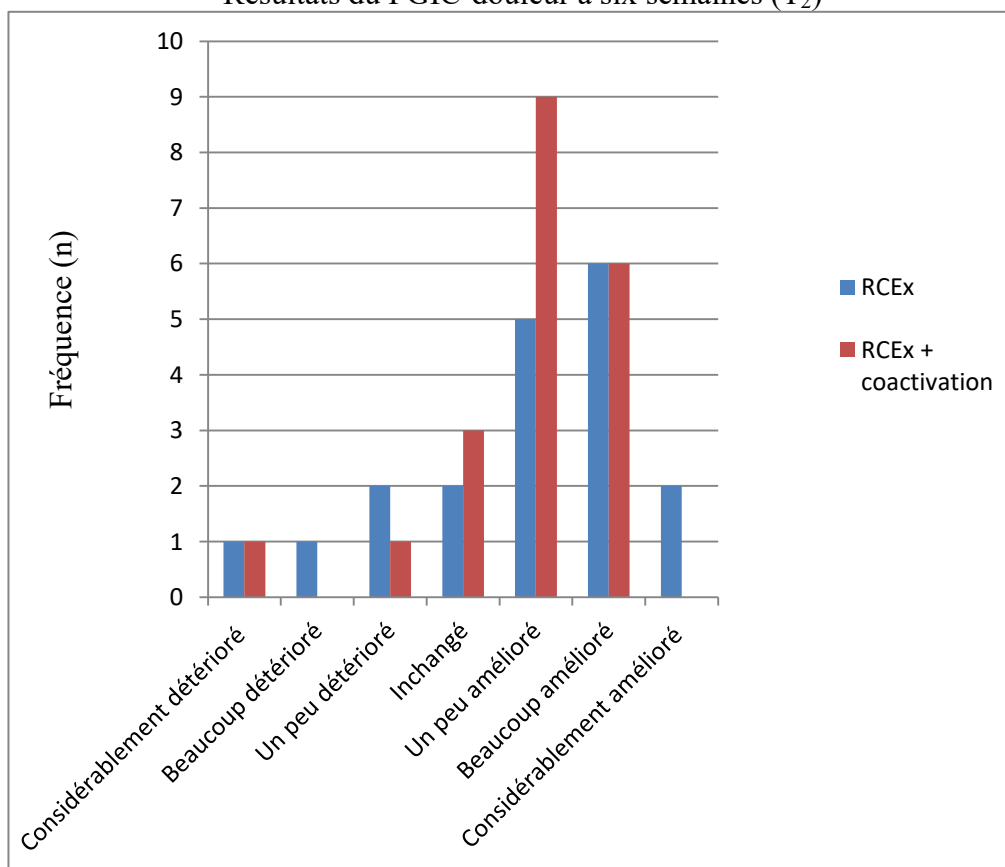


Figure 4
Résultats du PGIC-fonction à six semaines (T₂)



Les figures 5 (3 semaines) et 6 (6 semaines) ci-dessous présentent les résultats du PGIC-douleur. À trois semaines 55,6% des participants du groupe « RCEx » et 70,0% des participants du groupe « RCEx+coactivation » ($p=0,212$). À six semaines, 68,4% et 75,0% des participants, respectivement, se sont dit au moins un peu soulagé ($p=0,513$).

Figure 5Résultats du PGIC-douleur à trois semaines (T₁)**Figure 6**Résultats du PGIC-douleur à six semaines (T₂)

5.2.2 Force musculaire

Les données de force musculaire pour les fléchisseurs, abducteurs, rotateurs latéraux et rotateurs médiaux gléno-huméraux sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3

Score moyen et différence moyenne des mesures de force musculaire avec T₀ (intervalle de confiance à 95%)

Groupe musculaire	Temps	RCEx	Différence moyenne avec T ₀	RCEx+ coactivation	Différence moyenne avec T ₀	Tous les groupes	Différence moyenne avec T ₀
Fléchisseurs	Début	32,1±10,4		41,6±12,1		37,3±12,1	
	3 semaines	37,6±11,1	5,6 (-2,1 à 13,2)	44,9±14,2	3,2 (0,0 à 6,5)*	41,6±13,2	4,3 (0,7 à 8,0)*
	6 semaines	37,5±11,5	5,4 (-2,6 à 13,4)	45,4±13,6	-3,8 (-0,8 à 8,3)	41,8±13,1	4,5 (0,4 à 8,6)*
	Effet de temps η^2		0,173		0,183		0,167
Abducteurs	Début	29,8±7,4		39,1±9,6		34,9±9,8	
	3 semaines	30,3±7,7	0,4 (-2,3 à 3,2)	38,0±8,3	-1,1 (-5,2 à 2,9)	34,5±8,8	-0,4 (-2,8 à 2,0)
	6 semaines	30,6±10,5	0,7 (-3,6 à 5,0)	36,4±10,0	-2,7 (-7,2 à 1,9)	33,7±10,5	-1,1 (-4,2 à 1,9)
	Effet de temps η^2		0,173		0,084		0,018
Rotateurs latéraux	Début	22,6±7,5		28,2±8,5		25,6±8,4	
	3 semaines	23,8±5,9	1,2 (-1,3 à 3,6)	30,1±8,9	1,9 (-0,2 à 4,1)	27,2±8,2	1,6 (0,1 à 3,1)*
	6 semaines	23,4±6,0	0,8 (-1,7 à 3,4)	30,5±11,6	2,4 (-0,7 à 5,5)	27,3±10,0	1,7 (-0,2 à 3,6)
	Effet de temps η^2		0,061		0,127		0,093
Rotateurs médiaux	Début	29,9±11,6		34,9±9,1		32,6±10,5	
	3 semaines	32,9±10,8	3,0 (-0,8 à 6,9)	38,0±11,7	3,1 (0,0 à 6,3)*	35,7±11,4	3,1 (0,8 à 5,4)*
	6 semaines	29,3±11,1	-0,6 (-5,0 à 3,8)	38,5±12,0	3,6 (-0,6 à 7,8)	34,3±12,3	1,7 (-1,3 à 4,6)
	Effet de temps η^2		0,181		0,190		0,116

Pour l'évaluation de la force des fléchisseurs, aucune interaction du temps par le groupe n'a été observée ($p=0,735$). L'effet principal de temps a été montré significatif ($p=0,005$) avec un gain moyen, pour les deux groupes, de 4,5 (0,4 à 8,6) Nm. Aucun effet de groupe n'a été observé ($p=0,155$).

Aucune interaction du temps par le groupe n'a également été trouvée pour les abducteurs ($p=0,151$). Les effets principaux de temps ($p=0,854$) et de groupe ($p=0,121$) n'ont pas été statistiquement significatifs.

Pour les rotateurs latéraux, aucune interaction du temps par le groupe n'a été observée ($p=0,792$). Un effet principal de temps a été observé ($p=0,010$) alors qu'aucun effet de groupe ne l'a été ($p=0,061$). Un léger changement moyen, pour les deux groupes, de 1,7 (-1,3 à 4,3) Nm a été trouvé.

Finalement, aucune interaction du temps par le groupe n'a été observée pour les rotateurs médiaux ($p=0,082$). Un effet de temps statistiquement significatif ($p=0,030$) et un effet de groupe non-statistiquement significatif ($p=0,300$) ont été trouvés.

CHAPITRE 6 : DISCUSSION

La discussion concernant l'objectif principal a été présentée au chapitre 4, dans la section discussion de l'article. Les éléments de discussion supplémentaires par rapport à l'objectif principal qui n'ont pas été abordés dans l'article sont présentés dans cette section. Cette section présente également la discussion de l'objectif secondaire.

6.1 Effet des interventions sur la fonction et qualité de vie

Il est intéressant de noter que les changements observés au WORC (« RCEx » : 13,6/100; « RCEx+coactivation » : 14,0/100) se trouvent près de sa DMCS (12,8/100). Au contraire, les changements observés au DASH (« RCEx » : 4,0/100 ; « RCEx+coactivation » : 4,4/100) sont largement inférieurs à la DMCS du DASH (13/100). De plus, une amélioration cliniquement significative a été observée chez 42,1% (RCEx) et 55,0% (RCEx+coactivation) des participants au WORC. Au DASH, c'est seulement, respectivement, 21,1% et 30,0% qui ont eu un tel changement. Une disparité entre les changements observés au WORC et au DASH a déjà été rapportée (Savoie et al. 2015). Les auteurs émettent l'hypothèse qu'une telle différence entre l'amélioration aux deux questionnaires pouvait être expliquée par le fait que le DASH évalue la fonction peu importe le côté dominant et le côté atteint alors que le WORC évalue la fonction spécifique du côté atteint pour des pathologies de la CR. Dans notre étude, près de 40% des participants de chaque groupe souffrait de TCR à leur côté non-dominant. La différence aurait pu être expliquée par ce pourcentage élevé. Cependant, un regroupement de 12 études prospectives, regroupant près de 950 participants, conclue qu'une petite différence peut être observée entre les atteintes d'épaule du côté dominant et celles du côté non-dominant au DASH (Kachooei et al. 2015). Cependant, cette différence est d'en moyenne quatre points. On peut alors s'interroger sur la portée clinique de cette différence, considérant une DMCS de 13 points. Une autre hypothèse pour expliquer la disparité entre les changements au WORC et au DASH est le fait que le DASH évalue la fonction du membre supérieur dans son ensemble. Or, certains items, qui évaluent la plus spécifiquement la fonction du coude et de la main, pourraient être moins sujets aux changements pour des atteintes à l'épaule.

De plus, une grande variabilité dans la réponse aux exercices a été observée. En effet, de grands écarts types au WORC et au DASH par rapport à l'amplitude des changements et des différences sont notés. Au point de vue statistique, cette grande variabilité diminue la probabilité d'avoir des changements significatifs, et diminue la puissance de l'étude (<50%). Un nombre plus important de participants auraient donc dû être estimé pour avoir une puissance de 0,80, établie lors de l'élaboration du protocole. D'un autre côté, cliniquement, cette grande variabilité nous informe que certains profils de participants vont très bien répondre aux exercices alors que d'autres, au contraire, pourront ressentir une détérioration de la fonction. Les diagrammes à bâtons des fréquences du PGIC-fonction présenté dans la section 4.1.4, indique que, pour les deux groupes, près de 66% ont ressenti au moins une légère amélioration, 20,5% n'ont pas ressenti de changement et près de 13 %, une détérioration. La taille de l'échantillon ne permet pas de faire de régressions linéaires afin d'identifier les caractéristiques des participants selon leur réponse aux programmes d'exercices. Cependant, les caractéristiques des participants ayant ressenti une détérioration n'étaient pas différentes de ceux n'ayant vu aucun changement ou une amélioration. Des facteurs cognitivo-comportementaux, comme la kinésiophobie ou la catastrophisation auraient pu être explorés, comparés et utilisés pour expliquer cette grande variabilité. L'effet de tels facteurs n'a jamais été évalué spécifiquement sur la TCR. Cependant, un lien a été montré entre leurs présences et de moins bons pronostics dans des conditions douloureuses non-spécifiques chroniques au cou, épaule et bras (Feleus et al. 2007; Feleus et al. 2007; Karels et al. 2007). La grande variabilité aurait également pu être expliquée en fonction de l'adhérence aux interventions. Cependant, près de 80% des participants ont effectué les exercices à tous les jours. Pour conclure, l'ajout de la coactivation des adducteurs glénohuméraux n'a pas apporté de bénéfices supplémentaires aux exercices de renforcement conventionnel sur la fonction et la qualité de vie.

6.2 Effet des interventions sur la douleur

Comme indiqué dans l'article du chapitre 4, aucune différence statistiquement significative n'a été observée dans la réduction de la douleur au repos ou au mouvement.

Une légère augmentation non-statistiquement significative a été observée dans les deux groupes pour l'intensité de la douleur au repos. Ce phénomène pourrait être attribuable au caractère irritant des exercices de renforcement spécifique de la CR. En effet, les exercices prescrits ont comme objectif le recrutement, le renforcement et la coordination des muscles scapulaires et de la CR certes, mais également de stimuler la formation de matrice extracellulaire tendineuse grâce à un chargement progressif du tendon atteint (Khan and Scott 2009). Lors de tout chargement, progressif ou excessif, plusieurs médiateurs chimiques sont produits au foyer de la tendinopathie, dont des prostaglandines et l'interleukine-6 (IL-6) (Magnusson et al. 2010). Ces médiateurs sont impliqués dans la réponse inflammatoire, mais aussi dans la synthèse de collagène. Ces médiateurs inflammatoires peuvent être présents dans les tissus péri-tendineux, lors de tendinopathie chronique, même en l'absence de cellule inflammatoire (Magnusson et al. 2010). Ils seraient absents lorsque le tendon est au repos (Alfredson et al. 1999), mais pourraient être présents à la suite d'un chargement (Magnusson et al. 2010). Si ce chargement est effectué à tous les jours, ces médiateurs demeurent et pourraient induire une légère réponse inflammatoire et une augmentation de la douleur. Leur présence pourrait également expliquer pourquoi la prise d'anti-inflammatoires oraux ou l'injection de corticostéroïdes sont efficaces pour diminuer la douleur liée à une tendinopathie chronique, à court terme (Buchbinder et al. 2007; Boudreault et al. 2014).

Ces médiateurs chimiques et la douleur qui s'ensuit pourraient également être la raison pourquoi les exercices doivent être faits de façon progressive. S'ils sont effectués à trop grande dose ou trop grande intensité, une douleur trop importante serait produite et les exercices de chargement devraient être régressés ou cessés. Cinq participants (trois dans le groupe « RCEx »; deux dans le groupe « RCEx+coactivation ») ont rapporté ressentir plus de douleur à la suite de l'intervention. Ce phénomène pourrait être causé en partie par ce processus chimique, jumelé à un mauvais dosage des exercices. Ceci mènerait alors à une augmentation de la douleur, et à une persistance de celle-ci, alors que le stimulus de chargement est trop important pour la capacité de remodelage du tendon.

Les protocoles prescrits permettaient aux participants d'effectuer leurs exercices tout en acceptant une douleur maximale de 4/10. Ce niveau était peut-être trop élevé et rendait les

exercices trop agressifs. De plus, plusieurs exercices de renforcement des muscles scapulaires étaient prescrits à des amplitudes au-delà de 90° d'élévation. Certains participants pourraient avoir été irrités par ces types d'exercices. L'augmentation de douleur au repos, ainsi que le faible effet sur la fonction, peuvent en être le résultats.

6.3 Impression de changement

Les diagrammes à bâtons du PGIC-fonction indiquent cependant que de petites différences dans la perception de l'évolution des participants sont présentes. En effet, à trois semaines (T_1), 60% des participants du groupe « RCEx+coactivation » indiquait déjà ressentir au moins une légère amélioration alors que seulement 33% des participants du groupe « RCEx » en indiquait ainsi. Bien que cette différence ne s'est pas montrée statistiquement significative ($p=0,061$), une certaine tendance s'en dégage à l'avantage du groupe « RCEx+coactivation ». Par contre, à six semaines (T_2), l'écart entre les pourcentages des deux groupes est moindre (RCEx : 63%, RCEx+coactivation : 70%; $p=0,525$). Cette différence en début de traitement pourrait être expliquée par le mécanisme biomécanique proposé précédemment : la coactivation pourrait être plus confortable et apporterait des bénéfices ressentis à court terme. Cependant, l'effet s'estomperait avec le temps. La coactivation pourrait alors être une approche à suggérer pour commencer un programme de renforcement, et pourrait être sevrée par la suite.

Les résultats du PGIC-douleur ne montrent aucune différence entre les deux groupes. Bien que, comme dans les résultats du PGIC-fonction, un plus grand pourcentage des participants dans le groupe « RCEx+coactivation » (70%) ont perçu au moins une légère amélioration à trois semaines (T_1) que dans le groupe « RCEx » (55%), la différence n'était pas significative ($p=0,212$). À six semaines (T_2), l'amélioration perçue par les participants des deux groupes est pratiquement égale (RCEx : 68%, RCEx+coactivation : 75%; $p=0,513$). Il est intéressant de noter que dès la troisième semaine de traitement, plus de la moitié des participants ont déjà ressenti au moins une légère amélioration. Ce constat est important à mentionner pour l'aspect motivationnel des patients. En effet, si un soulagement dans la douleur peut être rapporté dès les premiers moments d'une intervention, le patient présentera probablement une meilleure adhérence (Yardley and

Donovan-Hall 2007). Dans le cas de la TCR, où les exercices thérapeutiques ont été montrés parmi les interventions les plus efficaces, l'adhérence est un enjeu important dans la guérison, surtout si la condition est chronique.

Pour conclure, aucune différence n'a été observée entre les deux groupes dans l'amélioration de la fonction au DASH, au WORC et au PGIC-fonction.

6.4 Effet des interventions sur distance acromio-humérale

L'hypothèse biomécanique initiale était que la coactivation limiterait la translation supérieure de l'humérus, limitant ainsi la compression des structures sous-acromiales, augmentant ainsi le confort lors de l'exécution des exercices. Une augmentation de la DAH a déjà été montrée à la suite de programmes de réadaptation chez des individus souffrant de TCR (Desmeules et al. 2004; Savoie et al. 2015). De plus, un meilleur contrôle GH, se traduisant par une moins grande diminution de la DAH, était positivement corrélé à l'amélioration de la fonction ($r=0,86$; $p=0,01$). Les patients présentant une petite DAH seraient plus sujets à son augmentation (Savoie et al. 2015). Dans notre étude, contrairement aux deux études citées précédemment, aucun des deux groupes n'a présenté un changement de la DAH à 0, 30 et 60° d'abduction. En fait, le groupe « RCEx » a même montré une diminution de la DAH, bien que non-statistiquement significative, tout au long du programme de réadaptation. Et ce, aux trois angles. Au contraire, les participants du groupe « RCEx+coactivation » ont montré une légère augmentation non-significative de la DAH. Cependant, les deux groupes, au niveau fonctionnel et symptomatique, ont présenté des améliorations similaires.

Bien qu'il n'y ait pas de consensus dans la littérature sur l'implication de la diminution de l'espace sous-acromial dans le développement de la TCR (Seitz et al. 2011; Seitz and Michener 2011), la plupart des auteurs s'accorde pour dire que l'amplitude de son changement serait plus importante à mesure que le bras s'élève (Graichen et al. 1999). De plus, selon les hypothèses physiopathologiques du développement de la TCR, la compression des structures sous-acromiales, causée par la réduction de la l'espace sous-acromiale, se produirait lorsque le bras est au-delà de 80° de flexion ou d'abduction (Hebert et al. 2003). Ainsi, nous pourrions anticiper observer des différences et des changements plus importants entre les deux groupes à des angles au-delà de 60° (Bailey et

al. 2015). Bien que la mesure de la DAH par échographie soit valide (McCreesh et al. 2014) et fidèle (Bey et al. 2007), elle n'a été collectée qu'à 0, 30 et 60°. La mesure de la DAH au-delà de 60° n'était pas possible selon la technique utilisée. De plus, Chopp *et coll.* (2010) ont montré que les changements de la DAH les plus importants se produisaient lorsque les muscles de la CR étaient fatigués, soit après des mouvements répétitifs (Chopp et al. 2010). Ils sont arrivés à cette conclusion alors qu'ils prenaient des mesures de la DAH suite à une série de mouvement visant à fatiguer spécifiquement les muscles de la CR. Alors, nos observations auraient pu être différentes et des changements plus importants ou plus représentatifs des mécanismes menant à la TCR auraient pu être trouvés après une telle exigence. Finalement, une autre explication pouvant expliquer qu'aucun changement dans la DAH n'est été observé est la complexité du développement de la TCR. Comme le relate Seitz *et coll.* (2011), plusieurs facteurs, lorsque combinés, peuvent créer la TCR (Seitz et al. 2011). Or, la réduction de l'espace sous-acromial, évaluée dans notre étude avec la DAH à l'échographie, n'est qu'un de ces facteurs. Cette mesure n'est probablement pas suffisante pour expliquer le comportement des changements fonctionnels et symptomatiques.

6.4 Effet des interventions sur la force musculaire

Les résultats montrent qu'aucune interaction du temps par le groupe, se traduisant par la non-supériorité d'un des deux types d'exercice, n'a été observée. Et ce, pour tous les mouvements. Il n'est pas surprenant d'arriver ainsi à peu de différence entre les deux groupes considérant la nature spécifique et similaire des deux types des exercices proposés. Les gains observés, même si certains groupes musculaires ont atteints le changement minimal clinique significatif de 10% proposé par Maenhout *et coll.* (2015) (Maenhout et al. 2013), semblent moins importants que dans d'autres études. Par exemple, les gains de force musculaire en abduction et en rotation latérale oscillaient entre 25% et 66%(Maenhout et al. 2013; Blume et al. 2015; Dilek et al. 2016) à la suite d'exercices de renforcement similaire aux nôtres. Plusieurs facteurs pourraient expliquer pourquoi des gains inférieurs et même des pertes de force musculaire ont été observés. Premièrement, lors de l'évaluation de la force musculaire maximale, la production de douleur peut être un facteur confondant puisqu'elle inhibe la production de la force maximale volontaire (Ben-Yishay et al. 1994), ce qui induit un biais dans la validité de la mesure. Deuxièmement, les

exercices de renforcement proposés étaient dosés selon la douleur provoquée. Ainsi, un exercice provoquant une douleur supérieure à 4/10 sur une échelle numérique devait être régressé. Un dosage d'exercices basé sur la force maximale, par exemple un pourcentage selon le 1RM (répétition maximale), aurait pu mener à des gains de force musculaire plus importants, comme l'ont effectué Blume *et coll.* (2015) (Blume et al. 2015). Or, la mesure de la force musculaire tel qu'effectuée dans notre étude, nous informe moins sur la réelle force musculaire d'une personne, mais davantage sur sa capacité à forcer selon la douleur.

Il est également intéressant de constater que la force musculaire est faiblement corrélée avec les gains fonctionnels et la douleur (MacDermid et al. 2004). En effet, MacDermid *et coll.* (2004) ont observé des corrélations oscillant de basses à modérées, selon le mouvement (r de pearson = 0,25 à 0,56), entre la force musculaire et le « Short Form – 36 » et le « Shoulder Pain and Disability Index (SPADI) ». La force musculaire ne peut alors pas être témoin seul d'un changement chez les gens souffrant de TCR.

6.5 Forces et limites

Ce projet de recherche comporte certaines limites. L'absence de mesures à long terme et l'adhérence à la coactivation chez les participants du groupe « RCEx+coactivation » ont déjà été discutées dans l'article. Il est également à noter que le thérapeute n'était pas à l'aveugle. Bien que les exercices aient été enseignés aux participants selon des protocoles et instructions standardisés, le principe d'équipose clinique utilisé dans cette étude aurait pu mener à un certain biais par le thérapeute car celui-ci aurait pu donner les meilleures explications ou rétroactions parce qu'il préfère ou croit davantage à un type d'intervention qu'à l'autre. Les participants n'étaient également pas à l'aveugle. Cependant, pour diminuer ce biais, ils n'étaient pas informés s'ils faisaient partie du groupe expérimental ou de comparaison. Finalement, comme un devis expérimental contrôlé a été choisi pour répondre à la question, les résultats de l'étude ne peuvent être généralisés qu'à des patients de 18 à 65 ans souffrant de TCR subaiguë ou chronique, n'ayant aucune autre condition pouvant affecter la douleur ou la fonction à l'épaule. Cependant, il n'est pas rare d'observer de la comorbidité chez les individus en souffrant (capsulite, douleur référée cervicale et dorsale, conditions associées systémiques [ex: polyarthrite rhumatoïde], etc.).

Ce projet de recherche comporte également certaines forces. Premièrement, l'utilisation d'un devis expérimental avec groupe contrôle et assignation aléatoire a permis d'évaluer spécifiquement s'il y avait des bénéfices à utiliser une approche en coactivation lors de la prescription d'exercices de renforcement par rapport à du renforcement conventionnel. Les caractéristiques des participants étaient contrôlées pour limiter l'influence de facteurs externes sur les variables d'intérêts. Les instruments utilisés démontrent de bonnes qualités métrologiques. Les exercices ont été choisis selon les dernières recommandations en respectant les paramètres montrés efficaces dans la littérature, et utilisés en clinique. Cependant, des exercices moins irritants avec une progression moins agressive auraient pu être plus bénéfiques pour les participants. Les protocoles ont été faits à l'aide de progression de manière à respecter les différents niveaux de douleur, de contrôle musculaire et d'irritabilité de la condition des participants. Finalement, cette étude a mené l'évaluation d'approches peu coûteuses où l'individu proactif dans sa réadaptation.

6.6 Retombées cliniques

Les résultats démontrent que l'ajout de la coactivation aux exercices de renforcement peut être utilisé dans le traitement des TCR pour diminuer la douleur au mouvement. Cependant, cet ajout ne résulte pas en davantage bénéfice qu'un programme de renforcement conventionnel seul. De plus, une approche moins agressive et moins irritante pourrait possiblement résulter en davantage bénéfice en début d'intervention. Cette étude procure donc aux cliniciens une autre approche, celle en coactivation, à utiliser. Des patients avec un niveau de douleur inférieur, ou une irritabilité moindre pourrait ainsi mieux répondre aux deux types d'intervention évalués dans cette étude.

Les résultats montrent également que les deux approches ont montré une efficacité mitigée et similaire pour augmenter la force musculaire. Même si l'augmentation de la force musculaire n'est pas le principal objectif dans le traitement de la TCR, son évaluation pourrait être utilisée pour témoigner, de façon générale, de la capacité du patient à forcer et charger les muscles de son épaule. Pour ce qui est de l'espace sous-acromial, aucun changement dans la distance acromio-humérale n'a été observée, même si des gains fonctionnels et symptomatiques ont été trouvés. Contrairement à ce que certaines études précédentes concluent, les interventions utilisées pour traitement la TCR ne devraient peut-

être pas toujours être basées sur l'augmentation de l'espace sous-acromial, mais sur les principaux déficits et dysfonctions observés lors de l'évaluation clinique. L'augmentation de l'espace sous-acromial pourrait ainsi être le résultat des changements adressés lors de la prescription d'exercices au lieu d'un but à atteindre.

6.7 Recherches futures

Outre l'absence de différence entre les deux groupes, la grande variabilité dans l'évolution des participants, peu importe le groupe, est une observation importante tirée de cette étude. Les études futures pourraient davantage décrire les caractéristiques psychosociales, cognitivo-comportementales et cliniques afin d'identifier les individus souffrant de TCR qui auront une réponse favorable aux exercices. De plus, comme décrit précédemment, plusieurs facteurs sont associés au développement de la TCR. Or, dans la plupart des ECR, comme dans la présente étude, les protocoles d'exercices sont inventés pour cibler seulement certains de ces facteurs, peu importe la présentation clinique des participants. Une approche ciblée sur la singularité des déficiences et des dysfonctions observées chez chacun des participants pour mener à des résultats différents.

CHAPITRE 7 : CONCLUSION

Ce projet de maîtrise avait comme objectif de vérifier si l'ajout de la coactivation des adducteurs glénohuméraux aux exercices de renforcement de la CR était plus efficace pour augmenter la fonction et la qualité de vie, diminuer la douleur, favoriser l'impression de changement, augmenter la DASH et augmenter la force musculaire.

Selon les données du DASH, les deux types de renforcement ne se sont pas montrés efficace pour augmenter la fonction. Par contre, les changements observés au WORC suggère qu'ils seraient efficace pour augmenter la fonction et la qualité de vie. La disparité et la différence entre ces résultats de ces questionnaires a été discutée dans la section 6. Les résultats montrent également que le renforcement est efficace pour diminuer la douleur au mouvement. L'ajout de la coactivation aux exercices de renforcement n'a apporté aucun bénéfice sur la fonction et la qualité de vie, sur la douleur, sur l'impression de changement, sur l'augmentation de la DASH et sur la force musculaire.

Une certaine tendance, bien que non statistiquement significative, a été démontrée parmi les participants du groupe « RCEX+coactivation ». Ils sembleraient ressentir une plus grande progression fonctionnelle (PGIC-fonction) dans les premières semaines que les participants du groupe « RCEX ». Cependant, cette tendance s'estompe avec le temps et les participants des deux groupes, à la fin de l'intervention, ont dit ressentir une amélioration similaire.

Néanmoins, il s'agit de la première étude à évaluer l'effet de l'ajout de la coactivation à un programme d'exercices de renforcement chez des individus souffrant de TCR. Il s'agit donc d'une modalité qui pourrait être utilisée en clinique.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- Abboud, J. A. and L. J. Soslowsky (2002). "Interplay of the static and dynamic restraints in glenohumeral instability." Clin Orthop Relat Res(400): 48-57.
- Abdulla, S. Y., D. Southerst, P. Cote, H. M. Shearer, D. Sutton, K. Randhawa, S. Varatharajan, J. J. Wong, H. Yu, A. A. Marchand, K. Chrobak, E. Woitzik, Y. Shergill, B. Ferguson, M. Stupar, M. Nordin, C. Jacobs, S. Mior, L. J. Carroll, G. van der Velde and A. Taylor-Vaisey (2015). "Is exercise effective for the management of subacromial impingement syndrome and other soft tissue injuries of the shoulder? A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration." Man Ther **20**(5): 646-656.
- Ainsworth, R., K. Dziedzic, L. Hiller, J. Daniels, A. Bruton and J. Broadfield (2007). "A prospective double blind placebo-controlled randomized trial of ultrasound in the physiotherapy treatment of shoulder pain." Rheumatology (Oxford) **46**(5): 815-820.
- Albert, J. D., J. Meadeb, P. Guggenbuhl, F. Marin, T. Benkalfate, H. Thomazeau and G. Chales (2007). "High-energy extracorporeal shock-wave therapy for calcifying tendinitis of the rotator cuff: a randomised trial." J Bone Joint Surg Br **89**(3): 335-341.
- Alfredson, H., L. Ohberg and S. Forsgren (2003). "Is vasculo-neural ingrowth the cause of pain in chronic Achilles tendinosis? An investigation using ultrasonography and colour Doppler, immunohistochemistry, and diagnostic injections." Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc **11**(5): 334-338.
- Alfredson, H., K. Thorsen and R. Lorentzon (1999). "In situ microdialysis in tendon tissue: high levels of glutamate, but not prostaglandin E2 in chronic Achilles tendon pain." Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc **7**(6): 378-381.
- Anderson, V. B. and E. Wee (2011). "Impaired joint proprioception at higher shoulder elevations in chronic rotator cuff pathology." Arch Phys Med Rehabil **92**(7): 1146-1151.
- Andres, B. M. and G. A. Murrell (2008). "Treatment of tendinopathy: what works, what does not, and what is on the horizon." Clin Orthop Relat Res **466**(7): 1539-1554.
- Arias-Buria, J. L., C. Fernandez-de-Las-Penas, M. Palacios-Cena, S. L. Koppenhaver and J. Salom-Moreno (2017). "Exercises and Dry Needling for Subacromial Pain Syndrome: A Randomized Parallel-Group Trial." J Pain **18**(1): 11-18.
- Bailey, L. B., P. F. Beattie, E. Shanley, A. L. Seitz and C. A. Thigpen (2015). "Current rehabilitation applications for shoulder ultrasound imaging." J Orthop Sports Phys Ther **45**(5): 394-405.
- Beaudreuil, J., S. Lasbleiz, M. Aout, E. Vicaut, A. Yelnik, T. Bardin and P. Orcel (2015). "Effect of dynamic humeral centring (DHC) treatment on painful active elevation of the arm in subacromial impingement syndrome. Secondary analysis of data from an RCT." Br J Sports Med **49**(5): 343-346.
- Beaudreuil, J., S. Lasbleiz, P. Richette, G. Seguin, C. Rastel, M. Aout, E. Vicaut, M. Cohen-Solal, F. Liote, M. C. de Vernejoul, T. Bardin and P. Orcel (2011). "Assessment of dynamic humeral centering in shoulder pain with impingement syndrome: a randomised clinical trial." Ann Rheum Dis **70**(9): 1613-1618.
- Ben-Yishay, A., J. D. Zuckerman, M. Gallagher and F. Cuomo (1994). "Pain inhibition of shoulder strength in patients with impingement syndrome." Orthopedics **17**(8): 685-688.
- Bey, M. J., S. K. Brock, W. N. Beierwaltes, R. Zael, P. A. Kolowich and T. R. Lock (2007). "In vivo measurement of subacromial space width during shoulder elevation: technique and

- preliminary results in patients following unilateral rotator cuff repair." Clin Biomech (Bristol, Avon) **22**(7): 767-773.
- Biberthaler, P., E. Wiedemann, A. Nerlich, M. Kettler, T. Mussack, S. Deckelmann and W. Mutschler (2003). "Microcirculation associated with degenerative rotator cuff lesions. In vivo assessment with orthogonal polarization spectral imaging during arthroscopy of the shoulder." J Bone Joint Surg Am **85-A**(3): 475-480.
- Bigliani, L. U., J. B. Ticker, E. L. Flatow, L. J. Soslowsky and V. C. Mow (1991). "The relationship of acromial architecture to rotator cuff disease." Clin Sports Med **10**(4): 823-838.
- Blume, C., S. Wang-Price, E. Trudelle-Jackson and A. Ortiz (2015). "Comparison of Eccentric and Concentric Exercise Interventions in Adults with Subacromial Impingement Syndrome." Int J Sports Phys Ther **10**(4): 441-455.
- Bollier, M. and K. Shea (2012). "Systematic review: what surgical technique provides the best outcome for symptomatic partial articular-sided rotator cuff tears?" Iowa Orthop J **32**: 164-172.
- Borstad, J. D. and P. M. Ludewig (2005). "The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals." J Orthop Sports Phys Ther **35**(4): 227-238.
- Boudreault, J., F. Desmeules, J. S. Roy, C. Dionne, P. Fremont and J. C. Macdermid (2014). "The efficacy of oral non-steroidal anti-inflammatory drugs for rotator cuff tendinopathy: a systematic review and meta-analysis." J Rehabil Med **46**(4): 294-306.
- Buchbinder, R., S. Green and J. M. Youd (2003). "Corticosteroid injections for shoulder pain." Cochrane Database Syst Rev(1): CD004016.
- Buchbinder, R., J. M. Youd, S. Green, A. Stein, A. Forbes, A. Harris, K. Bennell, S. Bell and W. J. Wright (2007). "Efficacy and cost-effectiveness of physiotherapy following glenohumeral joint distension for adhesive capsulitis: a randomized trial." Arthritis Rheum **57**(6): 1027-1037.
- Burkart, A. C. and R. E. Debski (2002). "Anatomy and function of the glenohumeral ligaments in anterior shoulder instability." Clin Orthop Relat Res(400): 32-39.
- Bury, J., M. West, G. Chamorro-Moriana and C. Littlewood (2016). "Effectiveness of scapula-focused approaches in patients with rotator cuff related shoulder pain: A systematic review and meta-analysis." Man Ther **25**: 35-42.
- Calis, H. T., N. Berberoglu and M. Calis (2011). "Are ultrasound, laser and exercise superior to each other in the treatment of subacromial impingement syndrome? A randomized clinical trial." Eur J Phys Rehabil Med **47**(3): 375-380.
- Chen, S. K., P. T. Simonian, T. L. Wickiewicz, J. C. Otis and R. F. Warren (1999). "Radiographic evaluation of glenohumeral kinematics: a muscle fatigue model." J Shoulder Elbow Surg **8**(1): 49-52.
- Cholewinski, J. J., D. J. Kusz, P. Wojciechowski, L. S. Cielinski and M. P. Zoladz (2008). "Ultrasound measurement of rotator cuff thickness and acromio-humeral distance in the diagnosis of subacromial impingement syndrome of the shoulder." Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc **16**(4): 408-414.
- Chopp, J. N., J. M. O'Neill, K. Hurley and C. R. Dickerson (2010). "Superior humeral head migration occurs after a protocol designed to fatigue the rotator cuff: a radiographic analysis." J Shoulder Elbow Surg **19**(8): 1137-1144.
- Commission des Normes, d. l. É., de la Santé et de la Sécurité au Travail (2016). "Statistiques sur les lésions attribuables aux TMS en milieu de travail : 2012-2015."
- Cools, A. M., E. E. Witvrouw, G. A. Declercq, L. A. Danneels and D. C. Cambier (2003). "Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms." Am J Sports Med **31**(4): 542-549.

- Cools, A. M., E. E. Witvrouw, G. A. Declercq, G. G. Vanderstraeten and D. C. Cambier (2004). "Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms." Br J Sports Med **38**(1): 64-68.
- Coombes, B. K., L. Bisset and B. Vicenzino (2010). "Efficacy and safety of corticosteroid injections and other injections for management of tendinopathy: a systematic review of randomised controlled trials." Lancet **376**(9754): 1751-1767.
- Coronado, R. A., C. B. Simon, C. Valencia and S. Z. George (2014). "Experimental pain responses support peripheral and central sensitization in patients with unilateral shoulder pain." Clin J Pain **30**(2): 143-151.
- Crawshaw, D. P., P. S. Helliwell, E. M. Hensor, E. M. Hay, S. J. Aldous and P. G. Conaghan (2010). "Exercise therapy after corticosteroid injection for moderate to severe shoulder pain: large pragmatic randomised trial." BMJ **340**: c3037.
- Cullinane, F. L., M. G. Boockock and F. C. Trevelyan (2014). "Is eccentric exercise an effective treatment for lateral epicondylitis? A systematic review." Clinical Rehabilitation **28**(1): 3-19.
- Cuomo, F., F. J. Kummer, J. D. Zuckerman, T. Lyon, B. Blair and T. Olsen (1998). "The influence of acromioclavicular joint morphology on rotator cuff tears." J Shoulder Elbow Surg **7**(6): 555-559.
- Dayanidhi, S., M. Orlin, S. Kozin, S. Duff and A. Karduna (2005). "Scapular kinematics during humeral elevation in adults and children." Clin Biomech (Bristol, Avon) **20**(6): 600-606.
- de Groot, J. H., L. A. Rozendaal, C. G. Meskers and H. J. Arwert (2004). "Isometric shoulder muscle activation patterns for 3-D planar forces: a methodology for musculo-skeletal model validation." Clin Biomech (Bristol, Avon) **19**(8): 790-800.
- Dejaco, B., B. Habets, C. van Loon, S. van Grinsven and R. van Cingel (2016). "Eccentric versus conventional exercise therapy in patients with rotator cuff tendinopathy: a randomized, single blinded, clinical trial." Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.
- Delgado-Gil, J. A., E. Prado-Robles, D. P. Rodrigues-de-Souza, J. A. Cleland, C. Fernandez-de-las-Penas and F. Alburquerque-Sendin (2015). "Effects of mobilization with movement on pain and range of motion in patients with unilateral shoulder impingement syndrome: a randomized controlled trial." J Manipulative Physiol Ther **38**(4): 245-252.
- Desjardins-Charbonneau, A., J. S. Roy, C. E. Dionne and F. Desmeules (2015). "The Efficacy of Taping for Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis." Int J Sports Phys Ther **10**(4): 420-433.
- Desjardins-Charbonneau, A., J. S. Roy, C. E. Dionne, P. Fremont, J. C. MacDermid and F. Desmeules (2015). "The efficacy of manual therapy for rotator cuff tendinopathy: a systematic review and meta-analysis." J Orthop Sports Phys Ther **45**(5): 330-350.
- Desmeules, F., J. Boudreault, C. E. Dionne, P. Fremont, V. Lowry, J. C. MacDermid and J. S. Roy (2016). "Efficacy of exercise therapy in workers with rotator cuff tendinopathy: a systematic review." J Occup Health **58**(5): 389-403.
- Desmeules, F., J. Boudreault, J. S. Roy, C. E. Dionne, P. Fremont and J. C. MacDermid (2015). "The efficacy of therapeutic ultrasound for rotator cuff tendinopathy: A systematic review and meta-analysis." Phys Ther Sport **16**(3): 276-284.
- Desmeules, F., J. Boudreault, J. S. Roy, C. E. Dionne, P. Frémont and J. C. MacDermid (2016). "Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation for rotator cuff tendinopathy: A systematic review." Physiotherapy (United Kingdom) **102**(1): 41-49.
- Desmeules, F., L. Minville, B. Riederer, C. H. Cote and P. Fremont (2004). "Acromio-humeral distance variation measured by ultrasonography and its association with the outcome of rehabilitation for shoulder impingement syndrome." Clin J Sport Med **14**(4): 197-205.

- Deutsch, A., D. W. Altchek, E. Schwartz, J. C. Otis and R. F. Warren (1996). "Radiologic measurement of superior displacement of the humeral head in the impingement syndrome." J Shoulder Elbow Surg **5**(3): 186-193.
- Diederichsen, L. P., J. Norregaard, P. Dyhre-Poulsen, A. Winther, G. Tufekovic, T. Bandholm, L. R. Rasmussen and M. Krogsgaard (2009). "The activity pattern of shoulder muscles in subjects with and without subacromial impingement." J Electromyogr Kinesiol **19**(5): 789-799.
- Dilek, B., S. Gulbahar, M. Gundogdu, B. Ergin, M. Manisali, M. Ozkan and E. Akalin (2016). "Efficacy of Proprioceptive Exercises in Patients with Subacromial Impingement Syndrome: A Single-Blinded Randomized Controlled Study." Am J Phys Med Rehabil **95**(3): 169-182.
- Djordjevic, O. C., D. Vukicevic, L. Katunac and S. Jovic (2012). "Mobilization with movement and kinesiotaping compared with a supervised exercise program for painful shoulder: results of a clinical trial." J Manipulative Physiol Ther **35**(6): 454-463.
- Dong, W., H. Goost, X. B. Lin, C. Burger, C. Paul, Z. L. Wang, T. Y. Zhang, Z. C. Jiang, K. Welle and K. Kabir (2015). "Treatments for shoulder impingement syndrome: a PRISMA systematic review and network meta-analysis." Medicine (Baltimore) **94**(10): e510.
- Donigan, J. A. and B. R. Wolf (2011). "Arthroscopic subacromial decompression: acromioplasty versus bursectomy alone--does it really matter? A systematic review." Iowa Orthop J **31**: 121-126.
- Dorsher, P. T. (2008). "Can classical acupuncture points and trigger points be compared in the treatment of pain disorders? Birch's analysis revisited." J Altern Complement Med **14**(4): 353-359.
- Drew, B. T., T. O. Smith, C. Littlewood and B. Sturrock (2014). "Do structural changes (eg, collagen/matrix) explain the response to therapeutic exercises in tendinopathy: a systematic review." Br J Sports Med **48**(12): 966-972.
- Dunning, J., R. Butts, F. Mourad, I. Young, S. Flannagan and T. Perreault (2014). "Dry needling: a literature review with implications for clinical practice guidelines." Phys Ther Rev **19**(4): 252-265.
- Durand, M. J., B. Vachon, Q. N. Hong and P. Loisel (2005). "The cross-cultural adaptation of the DASH questionnaire in Canadian French." J Hand Ther **18**(1): 34-39.
- Dworkin, R. H., D. C. Turk, K. W. Wyrwich, D. Beaton, C. S. Cleeland, J. T. Farrar, J. A. Haythornthwaite, M. P. Jensen, R. D. Kerns, D. N. Ader, N. Brandenburg, L. B. Burke, D. Cella, J. Chandler, P. Cowan, R. Dimitrova, R. Dionne, S. Hertz, A. R. Jadad, N. P. Katz, H. Kehlet, L. D. Kramer, D. C. Manning, C. McCormick, M. P. McDermott, H. J. McQuay, S. Patel, L. Porter, S. Quessy, B. A. Rappaport, C. Rauschkolb, D. A. Revicki, M. Rothman, K. E. Schmader, B. R. Stacey, J. W. Stauffer, T. von Stein, R. E. White, J. Witter and S. Zavisic (2008). "Interpreting the clinical importance of treatment outcomes in chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations." J Pain **9**(2): 105-121.
- Ebenbichler, G. R., C. B. Erdogmus, K. L. Resch, M. A. Funovics, F. Kainberger, G. Barisani, M. Aringer, P. Nicolakis, G. F. Wiesinger, M. Baghestanian, E. Preisinger and V. Fialka-Moser (1999). "Ultrasound therapy for calcific tendinitis of the shoulder." N Engl J Med **340**(20): 1533-1538.
- Ekeberg, O. M., E. Bautz-Holter, A. Keller, E. K. Tveita, N. G. Juel and J. I. Brox (2010). "A questionnaire found disease-specific WORC index is not more responsive than SPADI and OSS in rotator cuff disease." J Clin Epidemiol **63**(5): 575-584.
- Endo, K., T. Ikata, S. Katoh and Y. Takeda (2001). "Radiographic assessment of scapular rotational tilt in chronic shoulder impingement syndrome." J Orthop Sci **6**(1): 3-10.
- Eslamian, F., S. K. Shakouri, M. Ghojzadeh, O. E. Nobari and B. Eftekharsadat (2012). "Effects of low-level laser therapy in combination with physiotherapy in the management of rotator cuff tendinitis." Lasers Med Sci **27**(5): 951-958.

- Farina, S., M. Tinazzi, D. Le Pera and M. Valeriani (2003). "Pain-related modulation of the human motor cortex." Neurol Res **25**(2): 130-142.
- Feleus, A., S. M. Bierma-Zeinstra, H. S. Miedema, A. P. Verhagen, A. P. Nauta, A. Burdorf, J. A. Verhaar and B. W. Koes (2007). "Prognostic indicators for non-recovery of non-traumatic complaints at arm, neck and shoulder in general practice--6 months follow-up." Rheumatology (Oxford) **46**(1): 169-176.
- Feleus, A., T. van Dalen, S. M. Bierma-Zeinstra, R. M. Bernsen, J. A. Verhaar, B. W. Koes and H. S. Miedema (2007). "Kinesiophobia in patients with non-traumatic arm, neck and shoulder complaints: a prospective cohort study in general practice." BMC Musculoskelet Disord **8**: 117.
- Finley, M. A. and R. Y. Lee (2003). "Effect of sitting posture on 3-dimensional scapular kinematics measured by skin-mounted electromagnetic tracking sensors." Arch Phys Med Rehabil **84**(4): 563-568.
- Gill, T. J., E. McIrvin, M. S. Kocher, K. Homa, S. D. Mair and R. J. Hawkins (2002). "The relative importance of acromial morphology and age with respect to rotator cuff pathology." J Shoulder Elbow Surg **11**(4): 327-330.
- Giombini, A., A. Di Cesare, M. R. Safran, R. Ciatti and N. Maffulli (2006). "Short-term effectiveness of hyperthermia for supraspinatus tendinopathy in athletes: a short-term randomized controlled study." Am J Sports Med **34**(8): 1247-1253.
- Goodmurphy, C. W., J. Osborn, E. J. Akesson, S. Johnson, V. Stanescu and W. D. Regan (2003). "An immunocytochemical analysis of torn rotator cuff tendon taken at the time of repair." J Shoulder Elbow Surg **12**(4): 368-374.
- Graichen, H., H. Bonel, T. Stammberger, M. Haubner, H. Rohrer, K. H. Englmeier, M. Reiser and F. Eckstein (1999). "Three-dimensional analysis of the width of the subacromial space in healthy subjects and patients with impingement syndrome." AJR Am J Roentgenol **172**(4): 1081-1086.
- Graichen, H., S. Hinterwimmer, R. von Eisenhart-Rothe, T. Vogl, K. H. Englmeier and F. Eckstein (2005). "Effect of abducting and adducting muscle activity on glenohumeral translation, scapular kinematics and subacromial space width in vivo." J Biomech **38**(4): 755-760.
- Gumina, S., G. Di Giorgio, F. Postacchini and R. Postacchini (2008). "Subacromial space in adult patients with thoracic hyperkyphosis and in healthy volunteers." Chir Organi Mov **91**(2): 93-96.
- Gwilym, S. E., H. C. Oag, I. Tracey and A. J. Carr (2011). "Evidence that central sensitisation is present in patients with shoulder impingement syndrome and influences the outcome after surgery." J Bone Joint Surg Br **93**(4): 498-502.
- Hallstrom, E. and J. Karrholm (2006). "Shoulder kinematics in 25 patients with impingement and 12 controls." Clin Orthop Relat Res **448**: 22-27.
- Hanratty, C. E., J. G. McVeigh, D. P. Kerr, J. R. Basford, M. B. Finch, A. Pendleton and J. Sim (2012). "The effectiveness of physiotherapy exercises in subacromial impingement syndrome: a systematic review and meta-analysis." Semin Arthritis Rheum **42**(3): 297-316.
- Harryman, D. T., 2nd, J. A. Sidles, J. M. Clark, K. J. McQuade, T. D. Gibb and F. A. Matsen, 3rd (1990). "Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion." J Bone Joint Surg Am **72**(9): 1334-1343.
- Hashimoto, T., K. Nobuhara and T. Hamada (2003). "Pathologic evidence of degeneration as a primary cause of rotator cuff tear." Clin Orthop Relat Res **415**: 111-120.
- Hebert, L. J., H. Moffet, M. Dufour and C. Moisan (2003). "Acromiohumeral distance in a seated position in persons with impingement syndrome." J Magn Reson Imaging **18**(1): 72-79.
- Hebert, L. J., H. Moffet, B. J. McFadyen and C. E. Dionne (2002). "Scapular behavior in shoulder impingement syndrome." Arch Phys Med Rehabil **83**(1): 60-69.

- Hinterwimmer, S., R. Von Eisenhart-Rothe, M. Siebert, R. Putz, F. Eckstein, T. Vogl and H. Graichen (2003). "Influence of adducting and abducting muscle forces on the subacromial space width." Med Sci Sports Exerc **35**(12): 2055-2059.
- Howell, S. M. and B. J. Galinat (1989). "The glenoid-labral socket. A constrained articular surface." Clin Orthop Relat Res(243): 122-125.
- Hsu, Y. H., W. Y. Chen, H. C. Lin, W. T. Wang and Y. F. Shih (2009). "The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome." J Electromyogr Kinesiol **19**(6): 1092-1099.
- Huisstede, B. M., L. Gebremariam, R. van der Sande, E. M. Hay and B. W. Koes (2011). "Evidence for effectiveness of Extracorporeal Shock-Wave Therapy (ESWT) to treat calcific and non-calcific rotator cuff tendinosis--a systematic review." Man Ther **16**(5): 419-433.
- Hurschler, C., N. Wulker and M. Mendila (2000). "The effect of negative intraarticular pressure and rotator cuff force on glenohumeral translation during simulated active elevation." Clin Biomech (Bristol, Avon) **15**(5): 306-314.
- Inman, V. T., J. B. Saunders and L. C. Abbott (1996). "Observations of the function of the shoulder joint. 1944." Clin Orthop Relat Res(330): 3-12.
- Itoi, E., N. E. Motzkin, A. O. Browne, P. Hoffmeyer, B. F. Morrey and K. N. An (1993). "Intraarticular pressure of the shoulder." Arthroscopy **9**(4): 406-413.
- Joensen, J., C. Couppe and J. M. Bjordal (2009). "Increased palpation tenderness and muscle strength deficit in the prediction of tendon hypertrophy in symptomatic unilateral shoulder tendinopathy: an ultrasonographic study." Physiotherapy **95**(2): 83-93.
- Johnson, G., N. Bogduk, A. Nowitzke and D. House (1994). "Anatomy and actions of the trapezius muscle." Clin Biomech (Bristol, Avon) **9**(1): 44-50.
- Kachooei, A. R., A. Moradi, S. J. Janssen and D. Ring (2015). "The influence of dominant limb involvement on DASH and QuickDASH." Hand (N Y) **10**(3): 512-515.
- Karels, C. H., S. M. Bierma-Zeinstra, A. Burdorf, A. P. Verhagen, A. P. Nauta and B. W. Koes (2007). "Social and psychological factors influenced the course of arm, neck and shoulder complaints." J Clin Epidemiol **60**(8): 839-848.
- Kaya, D. O., G. Baltaci, U. Toprak and A. O. Atay (2014). "The clinical and sonographic effects of kinesiotaping and exercise in comparison with manual therapy and exercise for patients with subacromial impingement syndrome: a preliminary trial." J Manipulative Physiol Ther **37**(6): 422-432.
- Keener, J. D., A. S. Wei, H. M. Kim, K. Steger-May and K. Yamaguchi (2009). "Proximal humeral migration in shoulders with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears." J Bone Joint Surg Am **91**(6): 1405-1413.
- Khan, K. M. and A. Scott (2009). "Mechanotherapy: how physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair." Br J Sports Med **43**(4): 247-252.
- Koester, M. C., W. R. Dunn, J. E. Kuhn and K. P. Spindler (2007). "The efficacy of subacromial corticosteroid injection in the treatment of rotator cuff disease: A systematic review." J Am Acad Orthop Surg **15**(1): 3-11.
- Kolk, A., K. G. Yang, R. Tamminga and H. van der Hoeven (2013). "Radial extracorporeal shock-wave therapy in patients with chronic rotator cuff tendinitis: a prospective randomised double-blind placebo-controlled multicentre trial." Bone Joint J **95-B**(11): 1521-1526.
- Kooijman, M., I. Swinkels, C. van Dijk, D. de Bakker and C. Veenhof (2013). "Patients with shoulder syndromes in general and physiotherapy practice: an observational study." BMC Musculoskelet Disord **14**: 128.
- Kuhn, J. E. (2009). "Exercise in the treatment of rotator cuff impingement: a systematic review and a synthesized evidence-based rehabilitation protocol." J Shoulder Elbow Surg **18**(1): 138-160.

- Kumagai, J., K. Sarkar and H. K. Uthoff (1994). "The collagen types in the attachment zone of rotator cuff tendons in the elderly: an immunohistochemical study." J Rheumatol **21**(11): 2096-2100.
- Labriola, J. E., T. Q. Lee, R. E. Debski and P. J. McMahon (2005). "Stability and instability of the glenohumeral joint: the role of shoulder muscles." J Shoulder Elbow Surg **14**(1 Suppl S): 32S-38S.
- Langley, P. C., J. Tornero Molina, C. Margarit Ferri, C. Perez Hernandez, A. Tejedor Varillas and M. A. Ruiz-Iban (2011). "The association of pain with labor force participation, absenteeism, and presenteeism in Spain." J Med Econ **14**(6): 835-845.
- Larsson, M. E. H., I. Käll and K. Nilsson-Helander (2012). "Treatment of patellar tendinopathy-a systematic review of randomized controlled trials." Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy **20**(8): 1632-1646.
- Lebeau, M., P. Duguay and A. Boucher (2014). "Les coûts des lésions professionnelles au Québec, 2005-2007." IRSST: 33.
- Levangie, P. and C. C. Norkin (2005). "Joint Structure and Function : A Comprehensive Analysis." The F.A. Davis Company **4th edition**
- Levy, O., J. Relwani, T. Zaman, T. Even, B. Venkateswaran and S. Copeland (2008). "Measurement of blood flow in the rotator cuff using laser Doppler flowmetry." J Bone Joint Surg Br **90**(7): 893-898.
- Lewis, J. S., C. Wright and A. Green (2005). "Subacromial impingement syndrome: the effect of changing posture on shoulder range of movement." J Orthop Sports Phys Ther **35**(2): 72-87.
- Littlewood, C., J. Ashton, K. Chance-Larsen, S. May and B. Sturrock (2012). "Exercise for rotator cuff tendinopathy: a systematic review." Physiotherapy **98**(2): 101-109.
- Longo, U. G., F. Franceschi, L. Ruzzini, C. Rabitti, S. Morini, N. Maffulli and V. Denaro (2008). "Histopathology of the supraspinatus tendon in rotator cuff tears." Am J Sports Med **36**(3): 533-538.
- Ludewig, P. M. and T. M. Cook (2000). "Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement." Phys Ther **80**(3): 276-291.
- Ludewig, P. M. and T. M. Cook (2002). "Translations of the humerus in persons with shoulder impingement symptoms." J Orthop Sports Phys Ther **32**(6): 248-259.
- Lugo, R., P. Kung and C. B. Ma (2008). "Shoulder biomechanics." Eur J Radiol **68**(1): 16-24.
- Luime, J. J., B. W. Koes, I. J. Hendriksen, A. Burdorf, A. P. Verhagen, H. S. Miedema and J. A. Verhaar (2004). "Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review." Scand J Rheumatol **33**(2): 73-81.
- MacDermid, J. C., J. Ramos, D. Drosdowech, K. Faber and S. Patterson (2004). "The impact of rotator cuff pathology on isometric and isokinetic strength, function, and quality of life." J Shoulder Elbow Surg **13**(6): 593-598.
- Maenhout, A. G., N. N. Mahieu, M. De Muynck, L. F. De Wilde and A. M. Cools (2013). "Does adding heavy load eccentric training to rehabilitation of patients with unilateral subacromial impingement result in better outcome? A randomized, clinical trial." Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy **21**(5): 1158-1167.
- Magnussen, R. A., W. R. Dunn and A. B. Thomson (2009). "Nonoperative treatment of midportion Achilles tendinopathy: a systematic review." Clin J Sport Med **19**(1): 54-64.
- Magnusson, S. P., H. Langberg and M. Kjaer (2010). "The pathogenesis of tendinopathy: balancing the response to loading." Nat Rev Rheumatol **6**(5): 262-268.
- Malliaras, P., C. Purdam, N. Maffulli and J. Cook (2010). "Temporal sequence of greyscale ultrasound changes and their relationship with neovascularity and pain in the patellar tendon." Br J Sports Med **44**(13): 944-947.
- Matsuki, K., K. O. Matsuki, S. Mu, S. Yamaguchi, N. Ochiai, T. Sasho, H. Sugaya, T. Toyone, Y. Wada, K. Takahashi and S. A. Banks (2011). "In vivo 3-dimensional analysis of scapular

- kinematics: comparison of dominant and nondominant shoulders." J Shoulder Elbow Surg **20**(4): 659-665.
- Mauro, C. S., S. S. Jordan, J. J. Irrgang and C. D. Harner (2012). "Practice patterns for subacromial decompression and rotator cuff repair: an analysis of the American Board of Orthopaedic Surgery database." J Bone Joint Surg Am **94**(16): 1492-1499.
- McClure, P. W., L. A. Michener and A. R. Karduna (2006). "Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome." Phys Ther **86**(8): 1075-1090.
- McClure, P. W., L. A. Michener, B. J. Sennett and A. R. Karduna (2001). "Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo." J Shoulder Elbow Surg **10**(3): 269-277.
- McCreesh, K., P. Adusumilli, T. Evans, S. Riley, A. Davies and J. Lewis (2014). "Validation of ultrasound measurement of the subacromial space using a novel shoulder phantom model." Ultrasound Med Biol **40**(7): 1729-1733.
- McQuade, K. J. and G. L. Smidt (1998). "Dynamic scapulohumeral rhythm: the effects of external resistance during elevation of the arm in the scapular plane." J Orthop Sports Phys Ther **27**(2): 125-133.
- Melzack, R. and P. D. Wall (1965). "Pain mechanisms: a new theory." Science **150**(3699): 971-979.
- Michel, C., R. Arcand, H. Crevier, N. Dovonou, R. Martin, P. Pelletier and R. Phaneuf (2010). "Portrait national des troubles musculosquelettiques (TMS) 1998-2007: TMS sous surveillance." Institut National de Santé Publique du Québec.
- Michener, L. A., A. R. Snyder Valier and P. W. McClure (2013). "Defining substantial clinical benefit for patient-rated outcome tools for shoulder impingement syndrome." Arch Phys Med Rehabil **94**(4): 725-730.
- Michener, L. A., M. K. Walsworth, W. C. Doukas and K. P. Murphy (2009). "Reliability and diagnostic accuracy of 5 physical examination tests and combination of tests for subacromial impingement." Arch Phys Med Rehabil **90**(11): 1898-1903.
- Minagawa, H., N. Yamamoto, H. Abe, M. Fukuda, N. Seki, K. Kikuchi, H. Kijima and E. Itoi (2013). "Prevalence of symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears in the general population: From mass-screening in one village." J Orthop **10**(1): 8-12.
- Minns Lowe, C. J., J. Moser and K. Barker (2014). "Living with a symptomatic rotator cuff tear 'bad days, bad nights': a qualitative study." BMC Musculoskelet Disord **15**: 228.
- Mulligan, E. P., M. Huang, T. Dickson and M. Khazzam (2016). "The Effect of Axioscapular and Rotator Cuff Exercise Training Sequence in Patients with Subacromial Impingement Syndrome: A Randomized Crossover Trial." Int J Sports Phys Ther **11**(1): 94-107.
- Mura, N., S. W. O'Driscoll, M. E. Zobitz, G. Heers, T. R. Jenkyn, S. M. Chou, A. M. Halder and K. N. An (2003). "The effect of infraspinatus disruption on glenohumeral torque and superior migration of the humeral head: a biomechanical study." J Shoulder Elbow Surg **12**(2): 179-184.
- Myers, J. B., J. H. Hwang, M. R. Pasquale, J. T. Blackburn and S. M. Lephart (2009). "Rotator cuff coactivation ratios in participants with subacromial impingement syndrome." J Sci Med Sport **12**(6): 603-608.
- Neumann, D. (2010). "Kinesiology of the Musculoskeletal System." Elsevier 2nd edition 120-171.
- Ngomo, S., C. Mercier, L. J. Bouyer, A. Savoie and J. S. Roy (2015). "Alterations in central motor representation increase over time in individuals with rotator cuff tendinopathy." Clin Neurophysiol **126**(2): 365-371.
- Nicholson, G. P., D. A. Goodman, E. L. Flatow and L. U. Bigliani (1996). "The acromion: morphologic condition and age-related changes. A study of 420 scapulas." J Shoulder Elbow Surg **5**(1): 1-11.

- Ogawa, K., A. Yoshida, W. Inokuchi and T. Naniwa (2005). "Acromial spur: relationship to aging and morphologic changes in the rotator cuff." J Shoulder Elbow Surg **14**(6): 591-598.
- Osteras, H., T. Arild Torstensen, G. Arntzen and S. O. B (2008). "A comparison of work absence periods and the associated costs for two different modes of exercise therapies for patients with longstanding subacromial pain." J Med Econ **11**(3): 371-381.
- Ostor, A. J., C. A. Richards, A. T. Prevost, C. A. Speed and B. L. Hazleman (2005). "Diagnosis and relation to general health of shoulder disorders presenting to primary care." Rheumatology (Oxford) **44**(6): 800-805.
- Paluch, E. K., C. M. Nelson, N. Biais, B. Fabry, J. Moeller, B. L. Pruitt, C. Wollnik, G. Kudryasheva, F. Rehfeldt and W. Federle (2015). "Mechanotransduction: use the force(s)." BMC Biol **13**: 47.
- Paoloni, J. A., C. Milne, J. Orchard and B. Hamilton (2009). "Non-steroidal anti-inflammatory drugs in sports medicine: guidelines for practical but sensible use." Br J Sports Med **43**(11): 863-865.
- Papadonikolakis, A., M. McKenna, W. Warme, B. I. Martin and F. A. Matsen, 3rd (2011). "Published evidence relevant to the diagnosis of impingement syndrome of the shoulder." J Bone Joint Surg Am **93**(19): 1827-1832.
- Park, H. B., A. Yokota, H. S. Gill, G. El Rassi and E. G. McFarland (2005). "Diagnostic accuracy of clinical tests for the different degrees of subacromial impingement syndrome." J Bone Joint Surg Am **87**(7): 1446-1455.
- Paul, T. M., J. Soo Hoo, J. Chae and R. D. Wilson (2012). "Central hypersensitivity in patients with subacromial impingement syndrome." Arch Phys Med Rehabil **93**(12): 2206-2209.
- Plinsinga, M. L., M. S. Brink, B. Vicenzino and C. P. van Wilgen (2015). "Evidence of Nervous System Sensitization in Commonly Presenting and Persistent Painful Tendinopathies: A Systematic Review." J Orthop Sports Phys Ther **45**(11): 864-875.
- Ratcliffe, E., S. Pickering, S. McLean and J. Lewis (2014). "Is there a relationship between subacromial impingement syndrome and scapular orientation? A systematic review." Br J Sports Med **48**(16): 1251-1256.
- Reddy, A. S., K. J. Mohr, M. M. Pink and F. W. Jobe (2000). "Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement." J Shoulder Elbow Surg **9**(6): 519-523.
- Reese, N., V. Lovelace-Chandler and G. Soderberg (2012). "Muscle and sensory testing." Elsevier, St-Louis, Missouri 3rd edition.
- Reijnenveld, E. A., S. Noten, L. A. Michener, A. Cools and F. Struyf (2017). "Clinical outcomes of a scapular-focused treatment in patients with subacromial pain syndrome: a systematic review." Br J Sports Med **51**(5): 436-441.
- Reinold, M. M., K. E. Wilk, G. S. Fleisig, N. Zheng, S. W. Barrentine, T. Chmielewski, R. C. Cody, G. G. Jameson and J. R. Andrews (2004). "Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises." J Orthop Sports Phys Ther **34**(7): 385-394.
- Riley, G. P., R. L. Harrall, C. R. Constant, M. D. Chard, T. E. Cawston and B. L. Hazleman (1994). "Glycosaminoglycans of human rotator cuff tendons: changes with age and in chronic rotator cuff tendinitis." Ann Rheum Dis **53**(6): 367-376.
- Roubille, C., J. Martel-Pelletier, J. M. Davy, B. Haraoui and J. P. Pelletier (2013). "Cardiovascular adverse effects of anti-inflammatory drugs." Antiinflamm Antiallergy Agents Med Chem **12**(1): 55-67.
- Roy, J. S., F. Desmeules, P. Fremont, C. E. Dionne and J. C. MacDermid (2015). "L'évaluation clinique, les traitements et le retour en emploi de travailleurs souffrant d'atteintes de la coiffe des rotateurs - Bilan des connaissances." IRSST rapport R-885.
- Roy, J. S., J. C. MacDermid and L. J. Woodhouse (2009). "Measuring shoulder function: a systematic review of four questionnaires." Arthritis Rheum **61**(5): 623-632.

- Roy, J. S., H. Moffet, L. J. Hebert and R. Lirette (2009). "Effect of motor control and strengthening exercises on shoulder function in persons with impingement syndrome: a single-subject study design." Man Ther **14**(2): 180-188.
- Royer, P. J., E. J. Kane, K. E. Parks, J. C. Morrow, R. R. Moravec, D. S. Christie and D. S. Teyhen (2009). "Fluoroscopic assessment of rotator cuff fatigue on glenohumeral arthrokinematics in shoulder impingement syndrome." J Shoulder Elbow Surg **18**(6): 968-975.
- Rudzki, J. R., R. S. Adler, R. F. Warren, W. R. Kadrmaz, N. Verma, A. D. Pearle, S. Lyman and S. Fealy (2008). "Contrast-enhanced ultrasound characterization of the vascularity of the rotator cuff tendon: age- and activity-related changes in the intact asymptomatic rotator cuff." J Shoulder Elbow Surg **17**(1 Suppl): 96S-100S.
- Rueda Garrido, J. C., J. Vas and D. R. Lopez (2016). "Acupuncture treatment of shoulder impingement syndrome: A randomized controlled trial." Complement Ther Med **25**: 92-97.
- Ryosa, A., K. Laimi, V. Aarimaa, K. Lehtimäki, J. Kukkonen and M. Saltychev (2017). "Surgery or conservative treatment for rotator cuff tear: a meta-analysis." Disabil Rehabil **39**(14): 1357-1363.
- Santamato, A., V. Solfrizzi, F. Panza, G. Tondi, V. Frisardi, B. G. Leggin, M. Ranieri and P. Fiore (2009). "Short-term effects of high-intensity laser therapy versus ultrasound therapy in the treatment of people with subacromial impingement syndrome: a randomized clinical trial." Phys Ther **89**(7): 643-652.
- Saracoglu, I., Y. Emuk and F. Taspinar (2018). "Does taping in addition to physiotherapy improve the outcomes in subacromial impingement syndrome? A systematic review." Physiother Theory Pract **34**(4): 251-263.
- Saunders, L. (2003). "Laser versus ultrasound in the treatment of supraspinatus tendinosis." Physiotherapy **89**(6): 365-373.
- Savoie, A., C. Mercier, F. Desmeules, P. Frémont and J. Roy (2014). "A rehabilitation program based on movement training increases acromiohumeral distance in individuals with rotator cuff tendinopathy." soumis à Manual Therapy.
- Savoie, A., C. Mercier, F. Desmeules, P. Fremont and J. S. Roy (2015). "Effects of a movement training oriented rehabilitation program on symptoms, functional limitations and acromiohumeral distance in individuals with subacromial pain syndrome." Man Ther **20**(5): 703-708.
- Scott, A., J. L. Cook, D. A. Hart, D. C. Walker, V. Duronio and K. M. Khan (2007). "Tenocyte responses to mechanical loading in vivo: a role for local insulin-like growth factor 1 signaling in early tendinosis in rats." Arthritis Rheum **56**(3): 871-881.
- Seitz, A. L., P. W. McClure, S. Finucane, N. D. Boardman, 3rd and L. A. Michener (2011). "Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: intrinsic, extrinsic, or both?" Clin Biomech (Bristol, Avon) **26**(1): 1-12.
- Seitz, A. L. and L. A. Michener (2011). "Ultrasonographic measures of subacromial space in patients with rotator cuff disease: A systematic review." J Clin Ultrasound **39**(3): 146-154.
- Shah, A. A., D. J. Fitzgerald and F. E. Murray (1999). "Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and gastro-intestinal toxicity: current issues." Ir J Med Sci **168**(4): 242-245.
- Shakeri, H., R. Keshavarz, A. M. Arab and I. Ebrahimi (2013). "Clinical effectiveness of kinesiological taping on pain and pain-free shoulder range of motion in patients with shoulder impingement syndrome: a randomized, double blinded, placebo-controlled trial." Int J Sports Phys Ther **8**(6): 800-810.
- Shakeri, H., R. Keshavarz, A. M. Arab and I. Ebrahimi (2013). "A Randomized Clinical Trial of Kinesio-Taping on DASH in Patients with Subacromial Impingement Syndrome." J Nov Physiother **3**(169).
- Sharkey, N. A. and R. A. Marder (1995). "The rotator cuff opposes superior translation of the humeral head." Am J Sports Med **23**(3): 270-275.

- Simsek, H. H., S. Balki, S. S. Keklik, H. Ozturk and H. Elden (2013). "Does Kinesio taping in addition to exercise therapy improve the outcomes in subacromial impingement syndrome? A randomized, double-blind, controlled clinical trial." Acta Orthop Traumatol Turc **47**(2): 104-110.
- Soslowsky, L. J., S. Thomopoulos, A. Esmail, C. L. Flanagan, J. P. Iannotti, J. D. Williamson, 3rd and J. E. Carpenter (2002). "Rotator cuff tendinosis in an animal model: role of extrinsic and overuse factors." Ann Biomed Eng **30**(8): 1057-1063.
- St-Pierre, C., C. E. Dionne, F. Desmeules and J. S. Roy (2015). "Reliability, validity, and responsiveness of a Canadian French adaptation of the Western Ontario Rotator Cuff (WORC) index." J Hand Ther **28**(3): 292-298; quiz 299.
- Steenbrink, F., J. H. de Groot, H. E. Veeger, F. C. van der Helm and P. M. Rozing (2009). "Glenohumeral stability in simulated rotator cuff tears." J Biomech **42**(11): 1740-1745.
- Struyf, F., J. Nijs, S. Mollekens, I. Jeurissen, S. Truijien, S. Mottram and R. Meeusen (2013). "Scapular-focused treatment in patients with shoulder impingement syndrome: a randomized clinical trial." Clin Rheumatol **32**(1): 73-85.
- Su, K. P., M. P. Johnson, E. J. Gracely and A. R. Karduna (2004). "Scapular rotation in swimmers with and without impingement syndrome: practice effects." Med Sci Sports Exerc **36**(7): 1117-1123.
- Tashjian, R. Z., J. Deloach, C. A. Porucznik and A. P. Powell (2009). "Minimal clinically important differences (MCID) and patient acceptable symptomatic state (PASS) for visual analog scales (VAS) measuring pain in patients treated for rotator cuff disease." J Shoulder Elbow Surg **18**(6): 927-932.
- Tate, A. R., P. W. McClure, I. A. Young, R. Salvatori and L. A. Michener (2010). "Comprehensive impairment-based exercise and manual therapy intervention for patients with subacromial impingement syndrome: a case series." J Orthop Sports Phys Ther **40**(8): 474-493.
- Tekavec, E., A. Joud, R. Rittner, Z. Mikoczy, C. Nordander, I. F. Petersson and M. Englund (2012). "Population-based consultation patterns in patients with shoulder pain diagnoses." BMC Musculoskelet Disord **13**: 238.
- Tekeoglu, I., L. Ediz, O. Hiz, M. Toprak, L. Yazmalar and G. Karaaslan (2013). "The relationship between shoulder impingement syndrome and sleep quality." Eur Rev Med Pharmacol Sci **17**(3): 370-374.
- Thelen, M. D., J. A. Dauber and P. D. Stoneman (2008). "The clinical efficacy of kinesio tape for shoulder pain: a randomized, double-blinded, clinical trial." J Orthop Sports Phys Ther **38**(7): 389-395.
- Toliopoulos, P., F. Desmeules, J. Boudreault, J. S. Roy, P. Fremont, J. C. MacDermid and C. E. Dionne (2014). "Efficacy of surgery for rotator cuff tendinopathy: a systematic review." Clin Rheumatol **33**(10): 1373-1383.
- Tyler, T. F., R. C. Nahow, S. J. Nicholas and M. P. McHugh (2005). "Quantifying shoulder rotation weakness in patients with shoulder impingement." J Shoulder Elbow Surg **14**(6): 570-574.
- Tyler, T. F., S. J. Nicholas, S. J. Lee, M. Mullaney and M. P. McHugh (2010). "Correction of posterior shoulder tightness is associated with symptom resolution in patients with internal impingement." Am J Sports Med **38**(1): 114-119.
- van Kampen, D. A., W. J. Willems, L. W. van Beers, R. M. Castelein, V. A. Scholtes and C. B. Terwee (2013). "Determination and comparison of the smallest detectable change (SDC) and the minimal important change (MIC) of four-shoulder patient-reported outcome measures (PROMs)." J Orthop Surg Res **8**: 40.
- Vogel, K. G. (2003). "Tendon structure and response to changing mechanical load." J Musculoskelet Neuronal Interact **3**(4): 323-325; discussion 333-324.
- Wewers, M. E. and N. K. Lowe (1990). "A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena." Res Nurs Health **13**(4): 227-236.

- Worsley, P., M. Warner, S. Mottram, S. Gadola, H. E. Veeger, H. Hermens, D. Morrissey, P. Little, C. Cooper, A. Carr and M. Stokes (2013). "Motor control retraining exercises for shoulder impingement: effects on function, muscle activation, and biomechanics in young adults." J Shoulder Elbow Surg **22**(4): e11-19.
- Yardley, L. and M. Donovan-Hall (2007). "Predicting adherence to exercise-based therapy in rehabilitation." Rehabilitation Psychology **52**(1): 56-64.

ANNEXE 1

Lettre d'approbation du comité éthique de la recherche en santé chez l'humain du Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke



Sherbrooke, le 21 juin 2016

Pre Nathaly Gaudreault
CHUS
3001, 12e Avenue Nord
Sherbrooke, QC, J1H 5N4

**Objet : Approbation finale du projet de recherche par le
Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du CHUS**

Projet #2017-1404 - Co-activation tendinopathie de la coiffe

Effet des exercices en coactivation dans la rééducation de l'épaule chez des sujets souffrant de tendinopathie de la coiffe des rotateurs

Bonjour Pre Gaudreault,

Le Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du CHUS a pris connaissance des documents réponses déposés dans Nagano à la suite de l'approbation conditionnelle du projet cité en rubrique.

Voici les documents réponses qui ont été reçus via le **formulaire 20 # 8181** le **17 juin** et examinés en comité restreint le **20 juin 2016** :

Il nous fait plaisir de vous informer que votre projet a été **approuvé de façon finale au CÉR du CHUS le 20 juin 2016**, et ce, pour une période de 12 mois (**20 juin 2017**).

Voici la liste des documents qui sont approuvés:

- **Questionnaires, journaux, infos aux participants**
 - DASH_French_Canada_2006
 - DASH_questionnaire_2010_english
 - WORC_english
 - WORC_french
 - PGIC_francais
 - socio-demo_co-activation
 - Feuille de route Master
 - feuille_route_physio_conventionnel
 - feuille_route_physio_coactivation
 - Feuille_route_évaluateur
 - prog_ex_coactivation_2016_04_11
 - prog_ex_conventionnel_2016_04_11
 - Journal_de_bord_co-activation
- **Publicité imprimée**
 - Affiche_Coiffe
- **Protocole de recherche**
 - Protocole_co-activation_2016-05-13
- **Formulaire de consentement**

○ FC Principal_Final 17 juin 2016

Vous devez attendre l'autorisation du directeur administratif de la recherche du Centre de recherche du CHUS avant de débiter la recherche. Certains aspects de la convenance organisationnelle doivent être évalués avant le début du recrutement des participants. Cette autorisation du Centre de recherche s'ajoute à l'approbation du Comité d'éthique.

En acceptant la présente lettre d'approbation finale du Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du CHUS, vous vous engagez à soumettre au Comité:

- toute demande de modification au projet de recherche ou à tout document approuvé par le comité pour la réalisation de votre projet.
- tout incidents thérapeutiques graves (SAE) / toutes réactions indésirables graves (SAR) qui sont envoyés au chercheur par le commanditaire sous différentes formes et appellations (IND Safety Letter, Safety Report, Alert Report, etc...) (réf.: CRC-RC5) dans les plus brefs délais.
- tout incidents thérapeutiques graves (SAE) / toutes réactions indésirables graves (SAR) survenant **au CHUS dans les 24 heures** suivant la prise de connaissance par l'équipe de recherche (réf.: CRC-RC6)
- Tout nouveau renseignement sur des éléments susceptibles d'affecter l'intégrité ou l'éthicité du projet de recherche ou d'accroître les risques et les inconvénients des sujets, de nuire au bon déroulement du projet ou d'avoir une incidence sur le désir d'un sujet de recherche de continuer sa participation au projet de recherche;
- Toute modification constatée au chapitre de l'équilibre clinique à la lumière des données recueillies;
- La cessation prématurée du projet de recherche, qu'elle soit temporaire ou permanente;
- Tout problème identifié par un tiers, lors d'une enquête, d'une surveillance ou d'une vérification interne ou externe;
- Toute suspension ou annulation de l'approbation octroyée par un organisme de subvention ou de réglementation;
- Toute procédure en cours de traitement d'une plainte ou d'une allégation de manquement à l'intégrité ou à l'éthique ainsi que des résultats de la procédure.

La présente décision peut être suspendue ou révoquée en cas de non-respect de ces exigences. En plus du suivi administratif d'usage, le CÉR pourra effectuer un suivi actif au besoin selon les modalités qu'il juge appropriées.

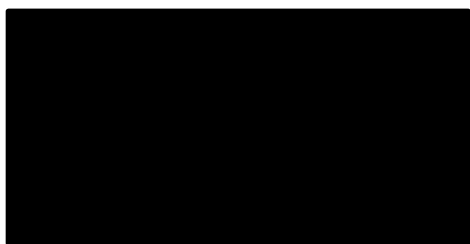
En terminant, nous vous rappelons que vous devez conserver pour une période d'au moins un an suivant la fin du projet, un répertoire distinct comprenant les noms, prénoms, coordonnées, date du début et de fin de la participation de chaque sujet de recherche.

Il est à noter qu'aucun membre du comité d'éthique participant à l'évaluation et à l'approbation de ce projet n'est impliqué dans celui-ci.

En ce qui concerne l'essai clinique visé, à titre de représentant du Comité d'éthique de la recherche, je certifie que:

1. La composition de ce Comité d'éthique satisfait aux exigences pertinentes prévues dans le titre 5 de la partie C du Règlement sur les aliments et drogues.
2. Le Comité d'éthique de la recherche exerce ses activités de manière conforme aux bonnes pratiques cliniques, et
3. Ce Comité d'éthique a examiné et approuvé le formulaire de consentement et le protocole d'essai clinique qui sera mené par le chercheur susmentionné, au lieu d'essai indiqué. L'approbation et les opinions du présent comité ont été consignées par écrit.
4. Ce Comité est conforme aux normes américaines. (FWA #00005894)

Je vous prie d'accepter, Pre Gaudreault, mes meilleures salutations.



ANNEXE 2

Formulaire de consentement



FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT A LA RECHERCHE

Titre du projet: Effet des exercices en coactivation dans la rééducation de l'épaule chez des sujets souffrant de tendinopathie de la coiffe des rotateurs

Numéro du projet : 2017-1404

Chercheuse principale: **Nathaly Gaudreault**, Ph.D., pht, professeure agrégée, École de réadaptation, Université de Sherbrooke

Chercheurs associés: **Dr. Frédéric Balg**, MD. Chirurgien orthopédique, Service d'orthopédie du CHUS.
Jean-Sébastien Roy, Ph.D., pht, professeur adjoint, Département de réadaptation, Université Laval.



Nous sollicitons votre participation à un projet de recherche parce que vous souffrez de tendinopathie de la coiffe des rotateurs. Cependant, avant d'accepter de participer à ce projet, veuillez prendre le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent. Si vous acceptez de participer au projet de recherche, vous devrez signer le formulaire de consentement à la fin du présent document et nous vous en remettrons une copie pour vos dossiers.

Ce formulaire d'information et de consentement vous explique le but de ce projet de recherche, les procédures, les risques et inconvénients ainsi que les avantages, de même que les personnes avec qui communiquer au besoin. Il peut contenir des mots que vous ne comprenez pas. Nous vous invitons à poser toutes les questions nécessaires au chercheur responsable du projet ou aux autres personnes affectées au projet de recherche et à leur demander de vous expliquer tout mot ou renseignement qui n'est pas clair.

NATURE ET OBJECTIFS DU PROJET DE RECHERCHE

Les tendinopathies de la coiffe des rotateurs sont traitées en physiothérapie principalement à l'aide d'exercices. Cependant, le type d'exercices à privilégier à court terme est encore inconnu. Cette étude nous permettra de comparer l'efficacité de deux types d'exercices visant à augmenter votre force, votre fonction et diminuer la douleur liées à votre condition.

DÉROULEMENT DU PROJET DE RECHERCHE

Si vous acceptez de participer à cette étude, vous devrez vous présenter à la Clinique Universitaire de Réadaptation de l'Estrie (CURE) à trois reprises. L'étude est d'une durée totale de 24 semaines.

Une première visite sera nécessaire pour que l'équipe de recherche prenne diverses mesures avant le début de l'étude. Ces mesures évalueront votre fonction, votre douleur et votre qualité de vie à l'aide de questionnaires. L'espace entre deux os de votre épaule sera mesurée à l'aide de l'échographie, un appareil non douloureux et non invasif. Un outil appelé dynamomètre servira à évaluer la force des muscles de votre épaule. Lors de la même visite, vous rencontrerez un physiothérapeute qui vous enseignera des exercices à effectuer à la maison. Vous aurez à effectuer ces exercices pendant les six premières semaines de l'étude. Vous pourrez poser des questions au physiothérapeute et pratiquer les exercices en sa présence. Cette visite sera d'une durée de 60 minutes.

Deux semaines plus tard, une deuxième visite est prévue avec le physiothérapeute qui vous a été attribué. Cette visite a comme objectif de réviser les exercices et de répondre à vos questions. De plus, les mesures de la force et d'échographie de l'épaule seront réévaluées. Cette visite sera d'une durée de 30 à 45 minutes.

Trois semaines après le début de l'étude, vous devrez évaluer votre fonction, votre douleur et votre qualité de vie avec les mêmes questionnaires que vous avez remplis lors de votre première visite. Ces questionnaires vous seront envoyés par la poste ou par courriel selon votre préférence. Vous serez également invité à décrire votre satisfaction face au changement dans votre condition depuis le début de l'étude.

Quatre semaines après le début de l'étude, le physiothérapeute qui vous a été attribué communiquera avec vous par téléphone pour répondre à vos questions et expliquer la progression des exercices. Cette rencontre téléphonique sera d'une durée de 15 minutes.

Six semaines après le début de l'étude, une troisième et dernière visite est prévue. Celle-ci sera en compagnie de l'équipe de recherche qui reprendra les mêmes mesures que lors de la première visite soit : votre fonction, votre douleur, votre qualité de vie, l'espace entre les os de votre épaule et votre force musculaire. Vous serez également invité à décrire votre satisfaction face au changement dans votre condition depuis le début de l'étude. Cette visite sera d'une durée de 30 minutes.

Douze, 18 et 24 semaines après le début de l'étude, vous devrez évaluer votre fonction, votre douleur, votre qualité de vie avec les mêmes questionnaires. Vous serez également invité à décrire votre satisfaction face au changement dans votre situation depuis le début de l'étude.

Voici la description des différents tests et procédures qui seront réalisés pendant votre participation à l'étude. **SVP, vous référer au calendrier à la fin de ce document pour une vision d'ensemble des examens et procédures durant l'étude.**

- Histoire médicale
- Questionnaires (15 minutes)
- Échographie de l'épaule
- Mesure de la force musculaire

COLLABORATION DU PARTICIPANT

Vous devrez éviter de recevoir d'autres interventions non-pharmacologiques avant et pendant les six premières semaines de l'étude.

RISQUES POUVANT DÉCOULER DE VOTRE PARTICIPATION AU PROJET DE RECHERCHE

La participation à ce projet comporte peu de risques pouvant compromettre votre état de santé physique et psychologique. La mesure de la fonction, de la douleur, de la qualité de vie, de l'échographie de l'épaule et de la force musculaire impliquent des méthodes non invasives. Les exercices sont ceux normalement recommandés en physiothérapie et ils ne représentent aucun risque particulier. Il arrive parfois qu'une légère augmentation de douleur de courte durée survienne suite au début des exercices.

INCONVÉNIENTS POUVANT DÉCOULER DE VOTRE PARTICIPATION AU PROJET DE RECHERCHE

Le déplacement et le temps requis pour participer à l'étude peuvent constituer un inconvénient.

AVANTAGES POUVANT DÉCOULER DE VOTRE PARTICIPATION AU PROJET DE RECHERCHE

Il se peut que vous retiriez un bénéfice personnel de votre participation à ce projet de recherche, mais nous ne pouvons pas le garantir.

Par ailleurs, les informations découlant de ce projet de recherche pourraient contribuer à l'avancement des connaissances dans le domaine des exercices thérapeutiques dans le traitement des tendinopathies de la coiffe des rotateurs.

ALTERNATIVE À LA PARTICIPATION AU PROJET DE RECHERCHE

Vous n'êtes pas obligé de participer à ce projet de recherche pour être traité pour votre condition. Selon votre condition, l'étudiant responsable du projet pourra vous remettre une liste de cliniques de physiothérapie situées dans la région que vous pourrez contacter si vous désirez recevoir des services de réadaptation. Les frais associés à ces traitements seront à votre charge.

PARTICIPATION VOLONTAIRE ET POSSIBILITÉ DE RETRAIT DU PROJET DE RECHERCHE

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer. Vous pouvez également vous retirer de ce projet à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raisons, en faisant connaître votre décision au chercheur responsable du projet ou à l'un de ses assistants.

Votre décision de ne pas participer à ce projet de recherche ou de vous en retirer n'aura aucune conséquence sur la qualité des soins et des services auxquels vous avez droit ou sur vos relations avec le chercheur responsable du projet et les autres intervenants.

Toute nouvelle connaissance acquise durant le déroulement de l'étude qui pourrait affecter votre décision de continuer d'y participer vous sera communiquée sans délai.

Si vous vous retirez de l'étude ou si vous en êtes retiré, nous vous demanderons, pour votre propre sécurité, de subir les examens de fin d'étude décrits au calendrier des visites.

Si vous vous retirez de l'étude ou en êtes retiré, l'information médicale déjà obtenue dans le cadre de l'étude sera conservée aussi longtemps que nécessaire pour assurer la sécurité des patients et rencontrer les exigences réglementaires.

ARRÊT DU PROJET DE RECHERCHE

Le chercheur responsable de l'étude, l'organisme et le Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du CHUS peuvent mettre fin à votre participation, sans votre consentement, pour les raisons suivantes :

- Si de nouveaux développements scientifiques survenaient indiquant qu'il est de votre intérêt de cesser votre participation;
- Si le chercheur responsable du projet pense que cela est dans votre meilleur intérêt;
- Si vous ne respectez pas les consignes du projet de recherche;
- S'il existe des raisons administratives d'abandonner l'étude.

CONFIDENTIALITÉ

Durant votre participation à ce projet, le chercheur responsable du projet ainsi que son personnel recueilleront et consigneront dans un dossier de recherche les renseignements vous concernant. Seuls les renseignements nécessaires pour répondre aux objectifs scientifiques de l'étude seront recueillis.

Ces renseignements peuvent comprendre les informations contenues dans vos dossiers médicaux concernant votre état de santé passé et présent, vos habitudes de vie ainsi que les résultats de tous les tests, examens et procédures que vous aurez à subir durant ce projet. Votre dossier peut aussi comprendre d'autres renseignements tels que votre nom, date de naissance, sexe et origine ethnique.

Tous ces renseignements recueillis au cours du projet demeureront strictement confidentiels dans les limites prévues par la loi. Afin de préserver votre identité et la confidentialité de ces renseignements, vous ne serez identifié que par un numéro de code. La clé du code reliant votre nom à votre dossier de recherche sera conservée par le chercheur responsable du projet de manière sécuritaire.

Les données de recherche seront conservées pendant 5 ans par le chercheur responsable.

Les données pourront être publiées dans des revues spécialisées ou partagées avec d'autres personnes lors de discussions scientifiques. Aucune publication ou communication scientifique ne renfermera quoi que ce soit qui puisse permettre de vous identifier.

Effet des exercices en coactivation dans la rééducation de l'épaule chez des sujets souffrant de tendinopathie de la coiffe des rotateurs

À des fins de surveillance et de contrôle, votre dossier de recherche ainsi que vos dossiers médicaux pourront être consultés par une personne mandatée par le Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du CHUS, par l'établissement ou par une personne mandatée par des organismes publics autorisés. Toutes ces personnes et ces organismes adhèrent à une politique de confidentialité.

À des fins de protection, notamment afin de pouvoir communiquer avec vous rapidement vos noms et prénoms, vos coordonnées et la date de début et de fin de votre participation au projet, seront conservés pendant un an après la fin du projet dans un répertoire sécurisé maintenu par le chercheur.

Vous avez le droit de consulter votre dossier de recherche pour vérifier les renseignements recueillis et les faire rectifier au besoin et ce, aussi longtemps que le chercheur responsable du projet ou l'établissement détiennent ces informations. Cependant, afin de préserver l'intégrité scientifique de l'étude, vous pourriez n'avoir accès à certaines de ces informations qu'une fois l'étude terminée.

COMPENSATION

Vous recevrez un montant de 15\$ par visite, en compensation des frais encourus et des contraintes subies pendant votre participation à ce projet de recherche.

DROITS DU PARTICIPANT ET INDEMNISATION EN CAS DE PRÉJUDICE

Si vous deviez subir quelque préjudice que ce soit dû à votre participation au projet de recherche, vous recevrez tous les soins et services requis par votre état de santé, sans frais de votre part.

En acceptant de participer à cette étude, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs ou l'établissement où se déroule ce projet de recherche de leurs responsabilités civile et professionnelle.

FINANCEMENT DU PROJET DE RECHERCHE

Le chercheur a reçu des fonds du programme de partenariat OPPQ-REPAR pour mener à bien ce projet de recherche.

PERSONNES-RESSOURCES

Si vous avez des questions concernant votre participation au projet de recherche SVP vous référer à l'encadré de la page 1.

Pour toute question concernant vos droits en tant que participant à ce projet de recherche ou si vous avez des plaintes ou des commentaires à formuler vous pouvez communiquer avec le Commissaire aux plaintes et à la qualité des services du CIUSSS de l'Estrie-CHUS au numéro suivant : 1-866-917-7903.

SURVEILLANCE DES ASPECTS ÉTHIQUES

Le Comité d'éthique de la recherche en santé chez l'humain du CHUS a approuvé ce projet de recherche et en assure le suivi. De plus, nous nous engageons à lui soumettre pour approbation toute révision et toute modification apportée au protocole de recherche ou au formulaire d'information et de consentement.

Si vous désirez rejoindre l'un des membres de ce comité vous pouvez communiquer avec le Service de soutien à l'éthique de la recherche du CHUS au numéro 819-346-1110, poste 12856.

**Effet des exercices en coactivation dans la rééducation de l'épaule chez des sujets souffrant de
tendinopathie de la coiffe des rotateurs**

CONSENTEMENT

Je déclare avoir lu le présent formulaire d'information et de consentement, particulièrement quant à la nature de ma participation au projet de recherche et l'étendue des risques qui en découlent. Je reconnais qu'on m'a expliqué le projet, qu'on a répondu à toutes mes questions et qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre une décision.

Je consens librement et volontairement à participer à ce projet.

J'accepte que l'on informe mon médecin de famille, de ma participation à cette étude.

☐ **OUI** ☐ **NON**

Nom du participant <i>(lettres moulées)</i>	Signature du participant	Date
--	--------------------------	------

Nom du témoin <i>(lettres moulées)</i>	Signature du témoin	Date
---	---------------------	------

Nom de la personne qui obtient le consentement <i>(lettres moulées)</i>	Signature de la personne qui obtient le consentement	Date
---	---	------

ENGAGEMENT DU CHERCHEUR

Je certifie qu'on a expliqué au participant les termes du présent formulaire d'information et de consentement, que j'ai répondu aux questions que le participant avait à cet égard et que j'ai clairement indiqué qu'il demeure libre de mettre un terme à sa participation, et ce, sans préjudice.

Je m'engage à respecter ce qui a été convenu au formulaire d'information et de consentement et à en remettre copie signée au participant..

J'ai participé au processus de sollicitation du participant et je confirme l'avoir avisé explicitement de mon double rôle (médecin traitant et chercheur)

Nom du chercheur <i>(lettres moulées)</i>	Signature du chercheur	Date
--	------------------------	------

**Effet des exercices en coactivation dans la rééducation de l'épaule chez des sujets souffrant de
tendinopathie de la coiffe des rotateurs**

CALENDRIER DES VISITES ET INTERVENTIONS

Calendrier des visites et interventions								
Semaine	0	2	3	4	6	12	18	24
Interventions								
Durée (min)	60	30	15	15	30	15	15	15
Rencontre sur place	x	x			x			
Rencontre téléphonique			x	x		x	x	x
Consentement	x							
Histoire médicale	x							
Questionnaires	x		x		x	x	x	x
Échographie épaule	x				x			
Dynamométrie épaule	x				x			
Enseignement des exercices	x							
Progression des exercices		x		x	au besoin			
Suivi médication/thérapie	x	x	x	x	x	x	x	x
Suivi des effets indésirables	x	x	x	x	x	x	x	x

ANNEXE 3

Programme d'exercices « RCEx »

Projet 2017-1404

PROGRAMME D'EXERCICES POUR TENDINOPATHIE DE LA COIFFE DES ROTATEURS

- **Premier document : Renforcement scapulaire – P.2**
- **Deuxième document : Renforcement des rotations – P. 6**
- **Troisième document : Renforcement flexion et abduction – P.10**

Débuter le premier document au premier niveau. Lorsque l'exécution de 10 mouvements de flexion et d'abduction est possible et sans douleur, vous pouvez débiter les exercices du deuxième document, tout en poursuivant ceux du premier.

1. Faire les exercices à tous les jours.
2. Vous pouvez mettre 15 minutes de glace, enveloppée d'une serviette mouillée, sur votre épaule à la fin des exercices s'il y a présence de douleur.
3. Contactez votre thérapeute attitré si vous avez des questions ou inquiétudes.

Pour plus d'informations concernant le programme d'exercices, contactez :

Sonia Bédard,
Assistante de recherche



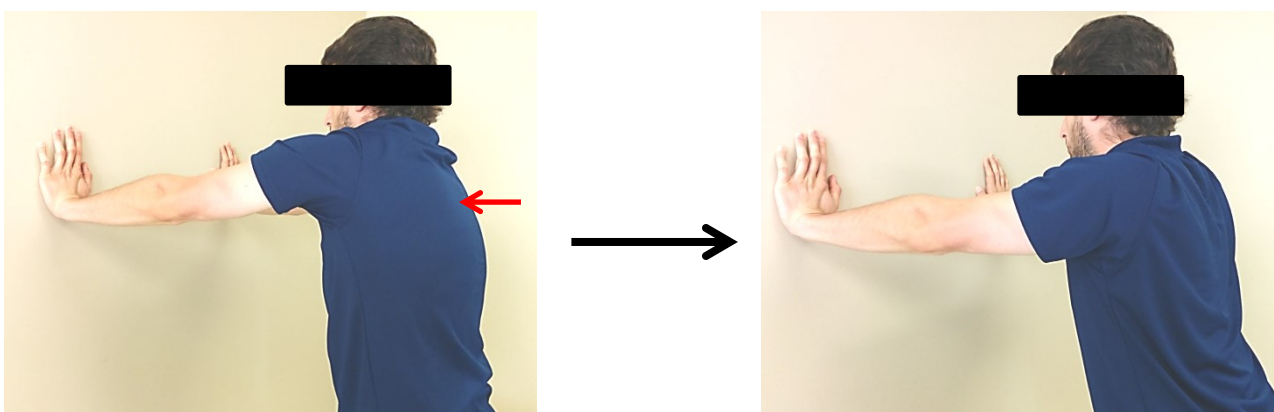
PROGRAMME D'EXERCICES – Renforcement scapulaire

Lors de l'exécution des exercices, s'assurer d'avoir une posture adéquate.

Premier niveau

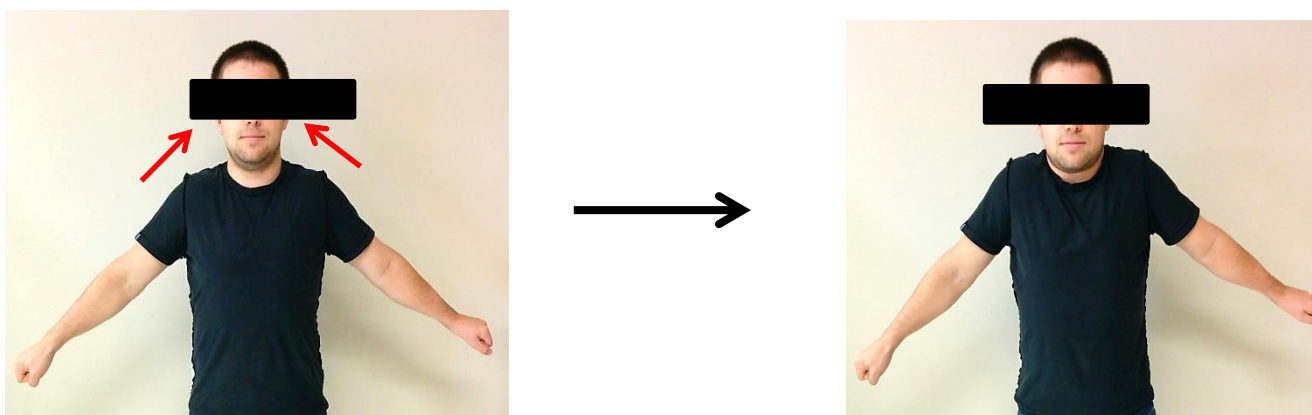
Push-up au mur :

Débutez face à un mur avec les mains sur le mur et les coudes tendus. Gardez les coudes tendus et avancer le tronc vers le mur puis repoussez-vous. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Élévation des omoplates :

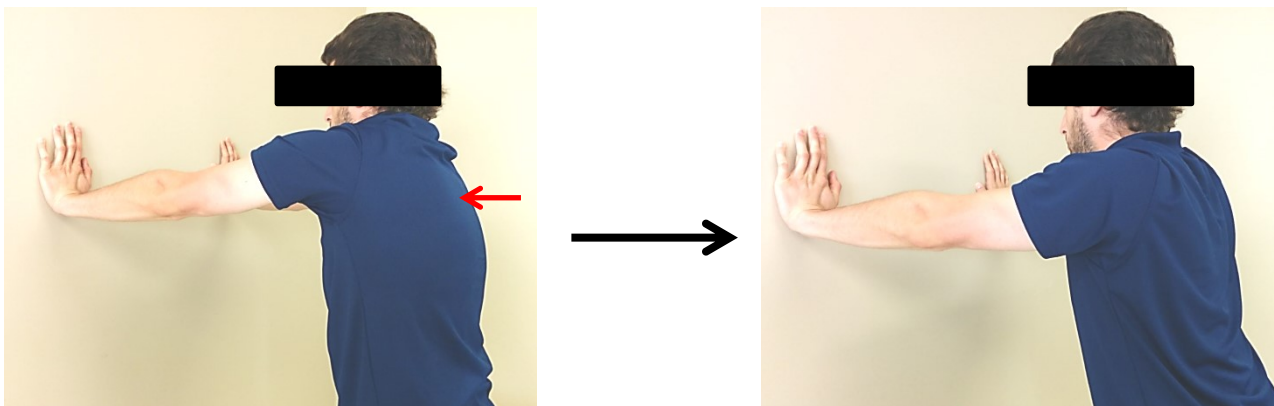
Débutez face à un miroir avec les bras légèrement décollés du corps et les coudes tendus. Levez les épaules en les orientant vers les oreilles, puis redescendez-les. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Deuxième niveau

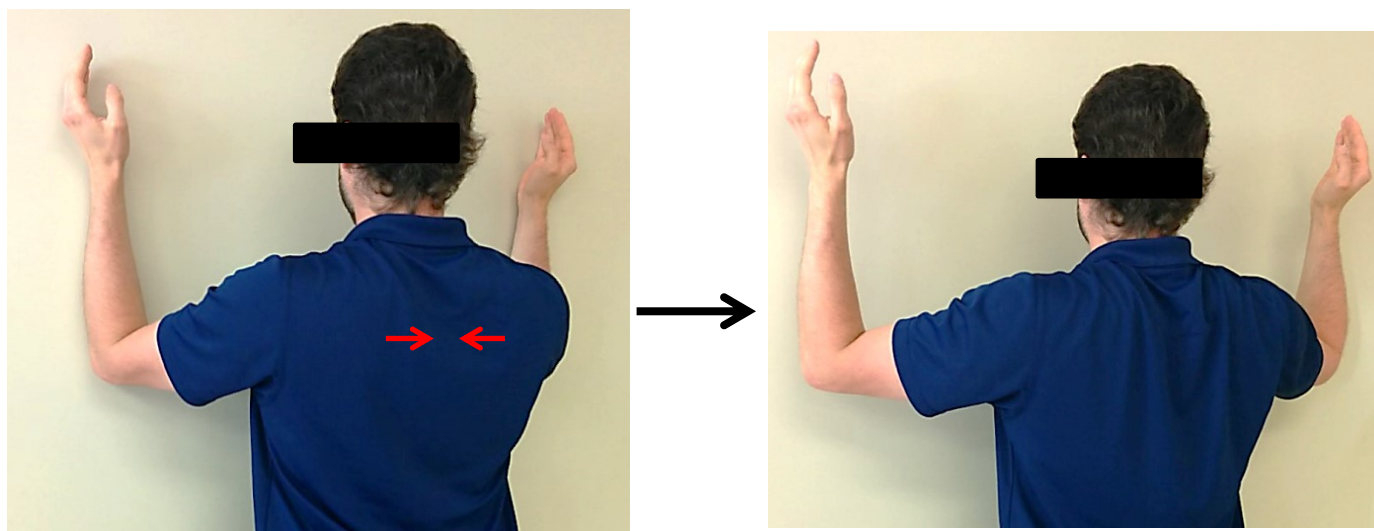
Push-up au mur :

Débutez face à un mur avec les mains sur le mur et les coudes tendus. Gardez les coudes tendus et avancer le tronc vers le mur puis repoussez-vous. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Rétraction des omoplates :

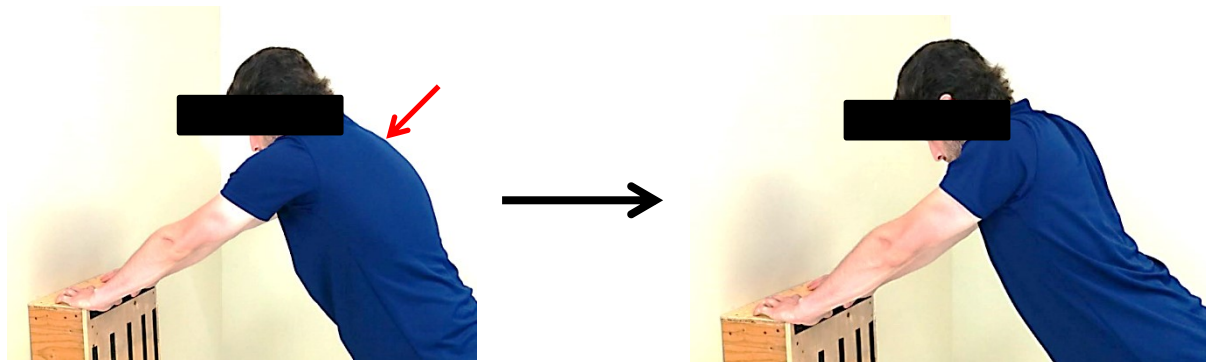
Débutez face à un mur, les avant-bras collés au mur, les coudes pliés à 90°. Coller les omoplates en décollant les avant-bras du mur, puis recoller les avant-bras au mur. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Troisième niveau

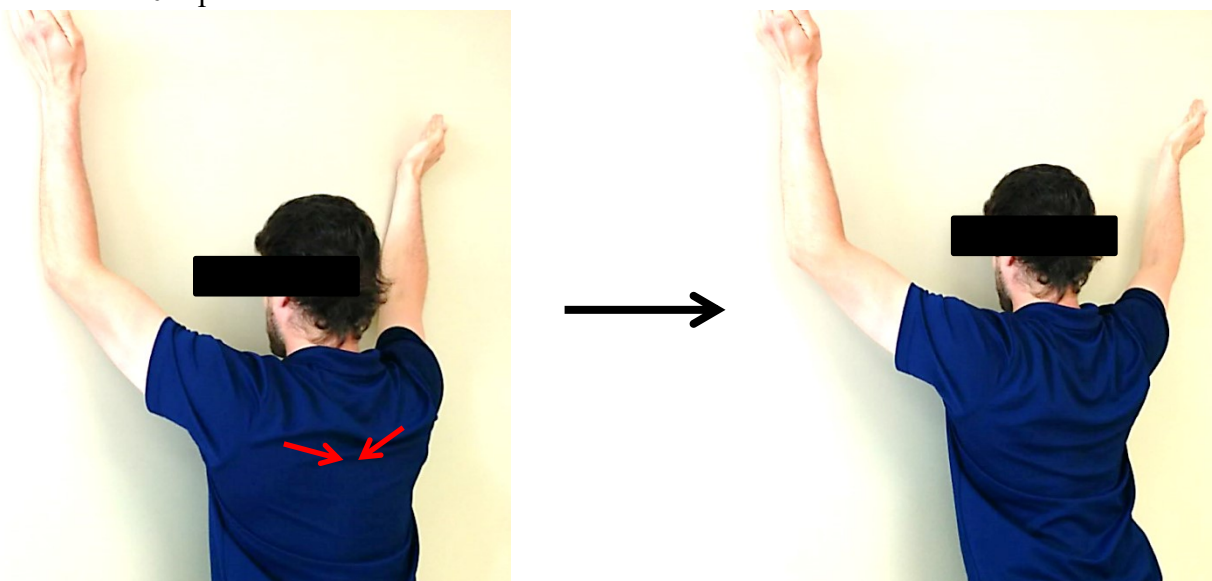
Push-up oblique :

Débutez face à un divan ou tout objet permettant une légère inclinaison du corps. Avoir les mains sur le mur et les coudes tendus. Gardez les coudes tendus et avancer le tronc vers le divan puis repoussez-vous. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Rétraction des omoplates :

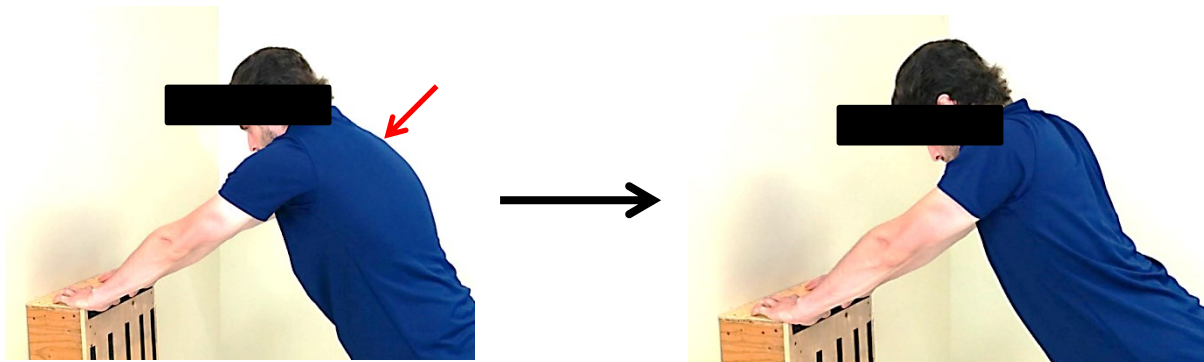
Débutez face à un mur, les avant-bras collés au mur, bras dans les airs. Coller les omoplates en décollant les avant-bras du mur, puis recoller les avant-bras au mur. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Quatrième niveau

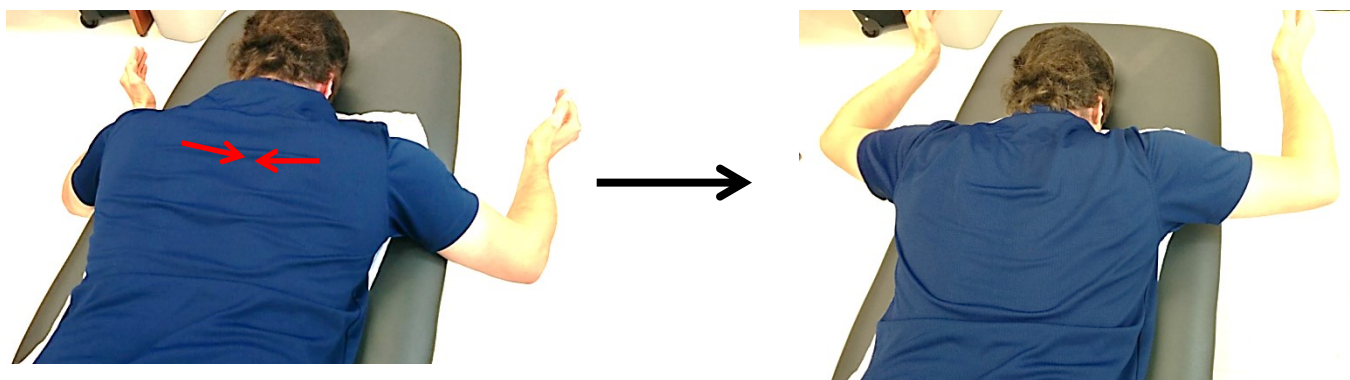
Push-up oblique :

Débutez face à un divan ou tout objet permettant une légère inclinaison du corps. Avoir les mains sur le mur et les coudes tendus. Gardez les coudes tendus et avancer le tronc vers le divan puis repoussez-vous. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Rétraction des omoplates :

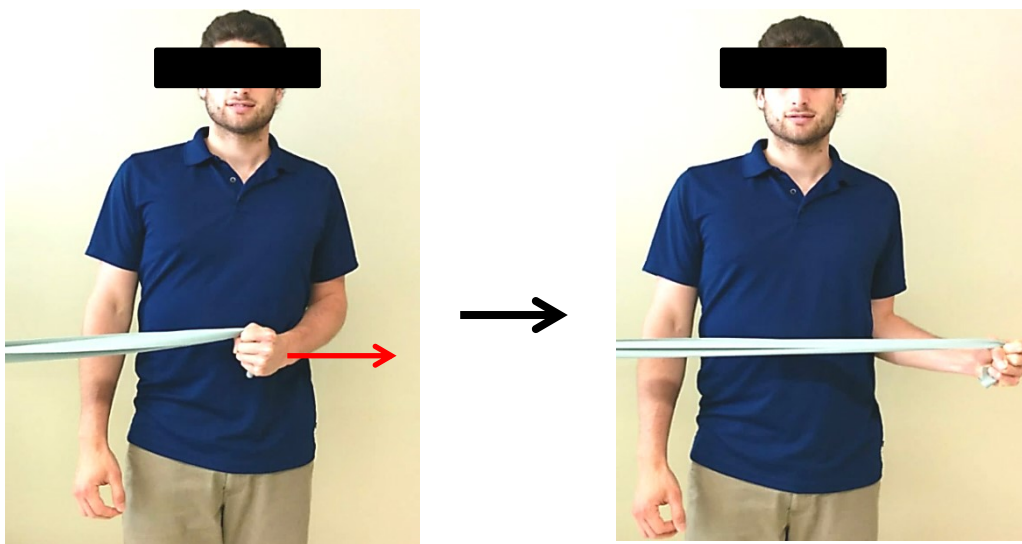
Débutez couché sur le ventre, les bras à la hauteur des épaules. Coller les omoplates en y entraînant les bras. Revenir à la position initiale. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Premier niveau

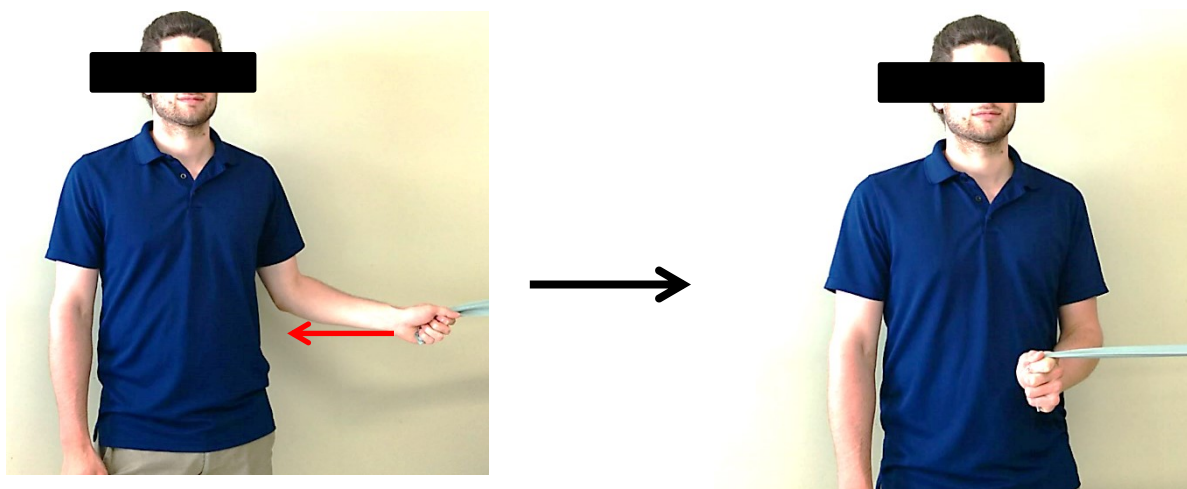
Renforcement de la rotation externe

Attachez un élastique à la hauteur de votre coude sur le côté. Faites la rotation externe avec un élastique jaune en s'assurant que le bras ne décolle pas du corps. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Renforcement de la rotation interne

Attachez un élastique à la hauteur de votre coude sur le côté. Faites la rotation interne avec un élastique jaune en s'assurant que le bras ne décolle pas du corps. Faites 3 séries de 10 répétitions.

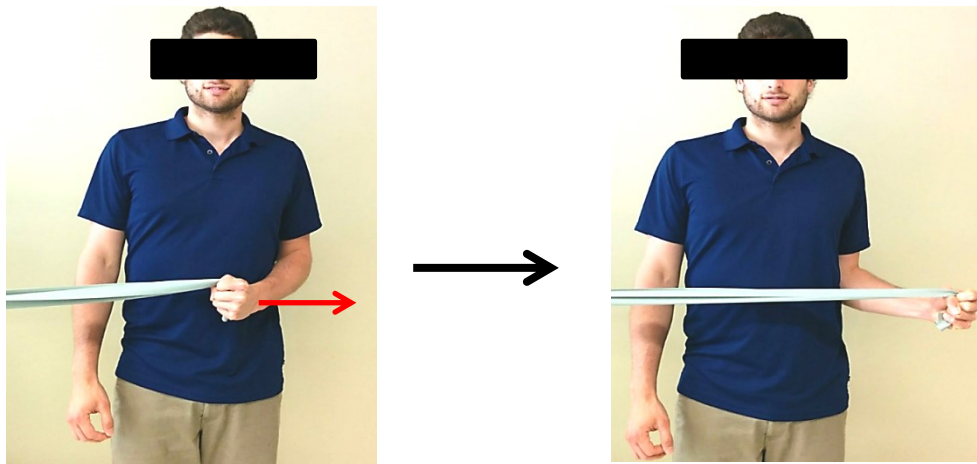


Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au deuxième niveau.

Deuxième niveau

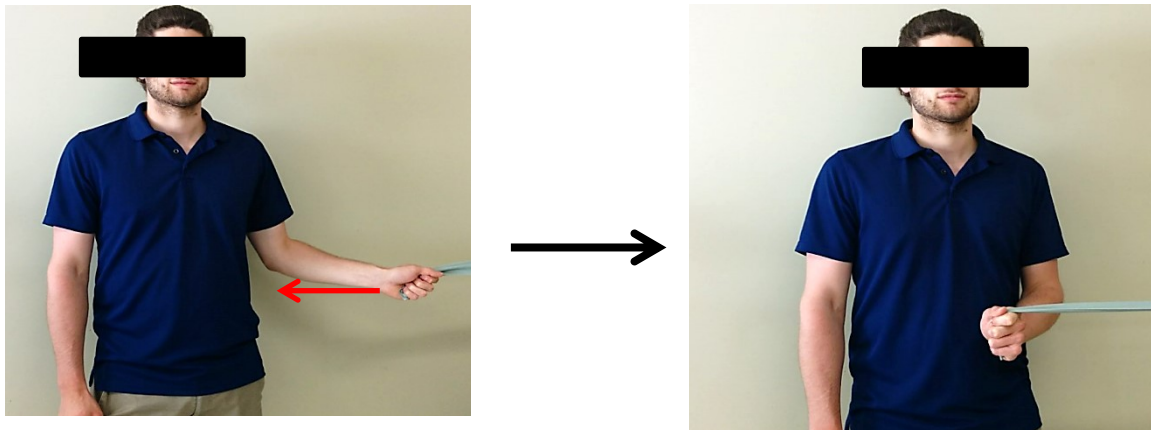
Renforcement de la rotation externe

Attachez un élastique à la hauteur de votre coude sur le côté. Faites la rotation externe avec un élastique rouge en s'assurant que le bras ne décolle pas du corps. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Renforcement de la rotation interne

Attachez un élastique à la hauteur de votre coude sur le côté. Faites la rotation interne avec un élastique rouge en s'assurant que le bras ne décolle pas du corps. Faites 3 séries de 10 répétitions.



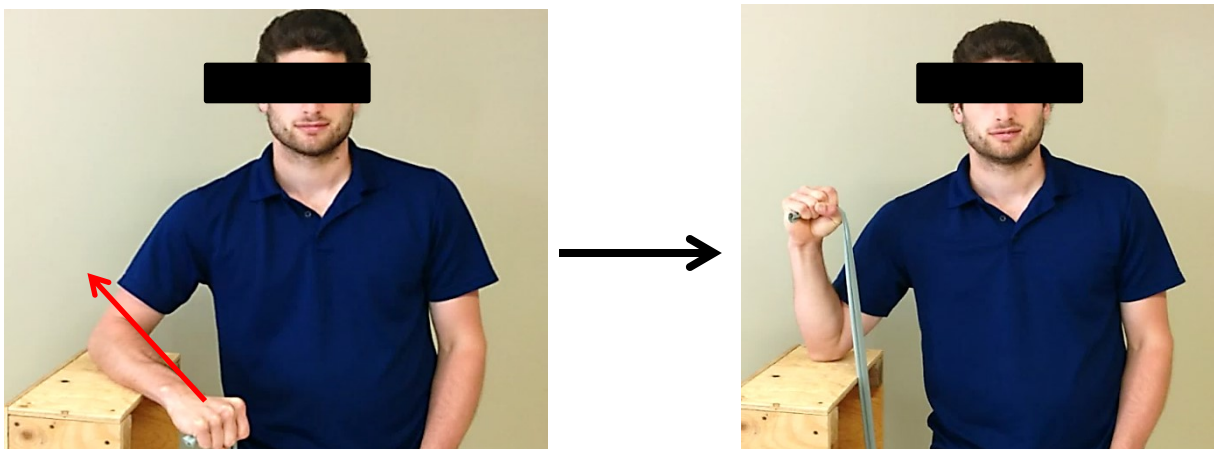
Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au troisième niveau.

Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez au premier niveau.

Troisième niveau

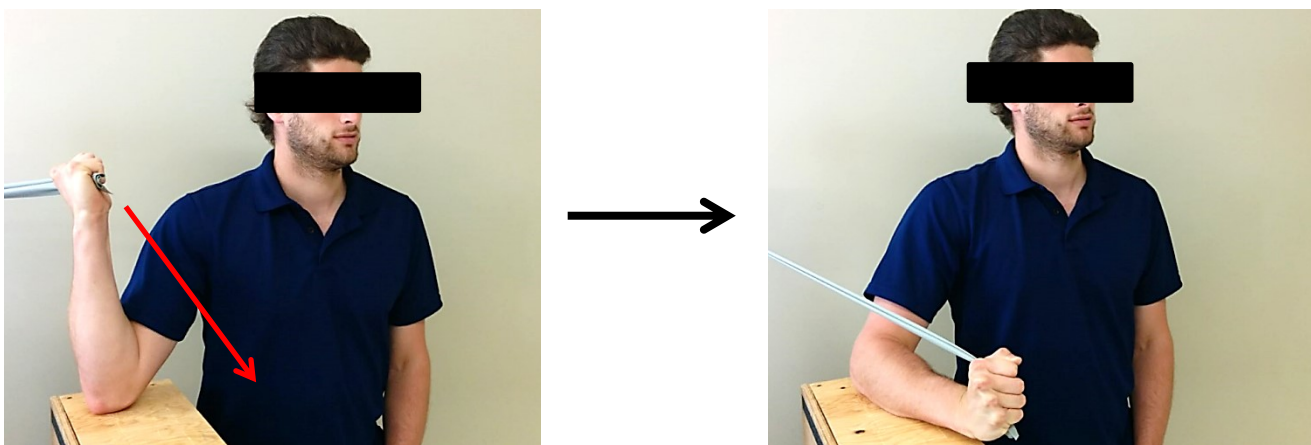
Renforcement de la rotation externe

Assoyez-vous de côté à une table avec l'avant-bras reposant sur la table. Le bras doit être à environ 30° par rapport au corps. Faites la rotation externe avec un élastique rouge. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Renforcement de la rotation interne

Assoyez-vous de côté à une table avec l'avant-bras reposant sur la table. Le bras doit être à environ 30° par rapport au corps. Faites la rotation interne avec un élastique rouge. Faites 3 séries de 10 répétitions.



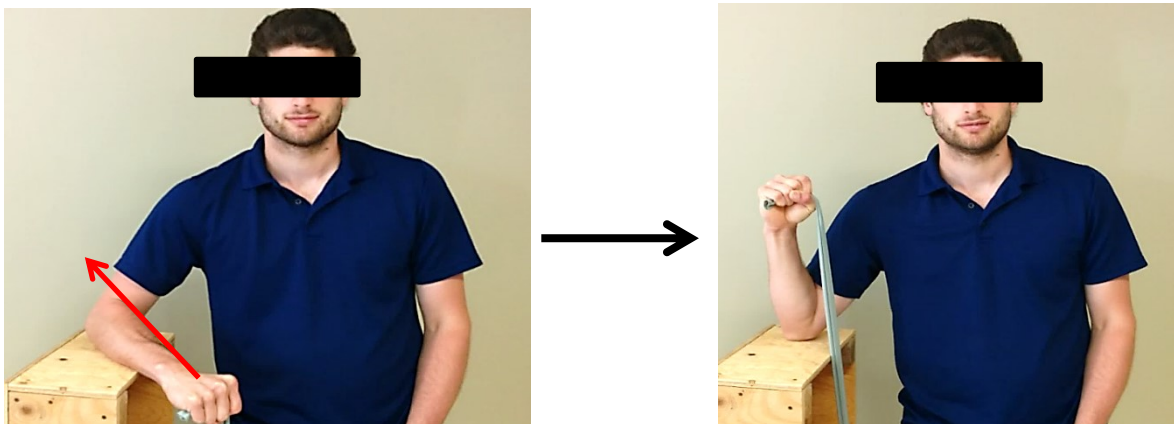
Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au quatrième niveau.

Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez au deuxième niveau.

Quatrième niveau

Renforcement de la rotation externe

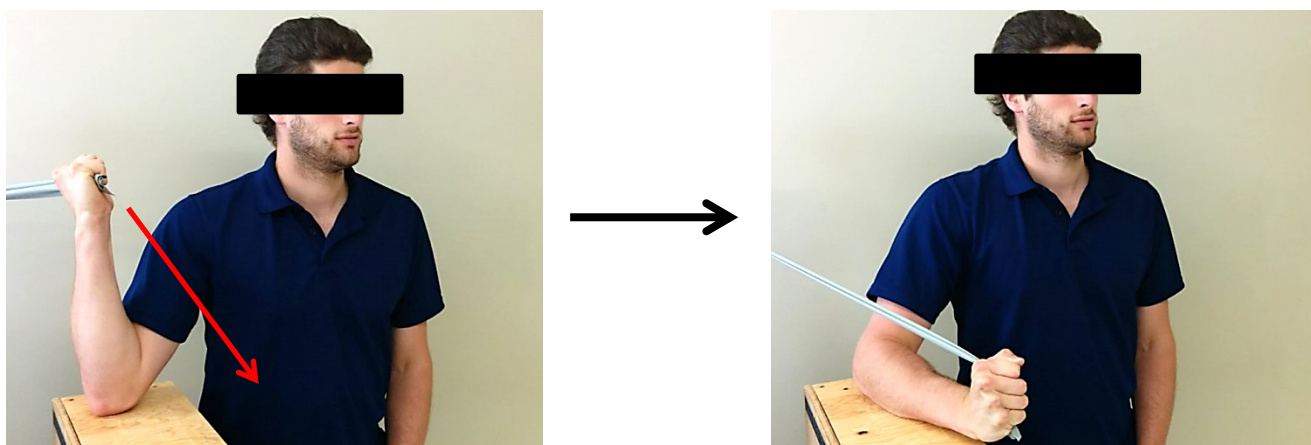
Assoyez-vous de côté à une table avec l'avant-bras reposant sur la table. Le bras doit être à environ 30° par rapport au corps. Faites la rotation externe avec un élastique bleu.



Faites 3 séries de 10 répétitions.

Renforcement de la rotation interne

Assoyez-vous de côté à une table avec l'avant-bras reposant sur la table. Le bras doit être à environ 30° par rapport au corps. Faites la rotation interne avec un élastique bleu. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au quatrième niveau.

Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez au deuxième niveau.

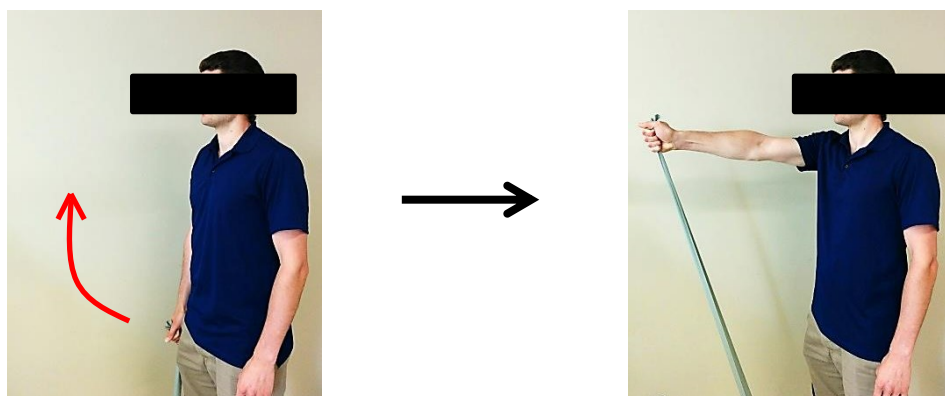
PROGRAMME D'EXERCICES – Flexion et abduction

Une fois la possibilité d'effectuer 10 flexions et 10 abductions avec une douleur inférieure à 4/10 et qui diminue en moins de 15 minutes, débutez le renforcement de la flexion et de l'abduction.

Premier niveau

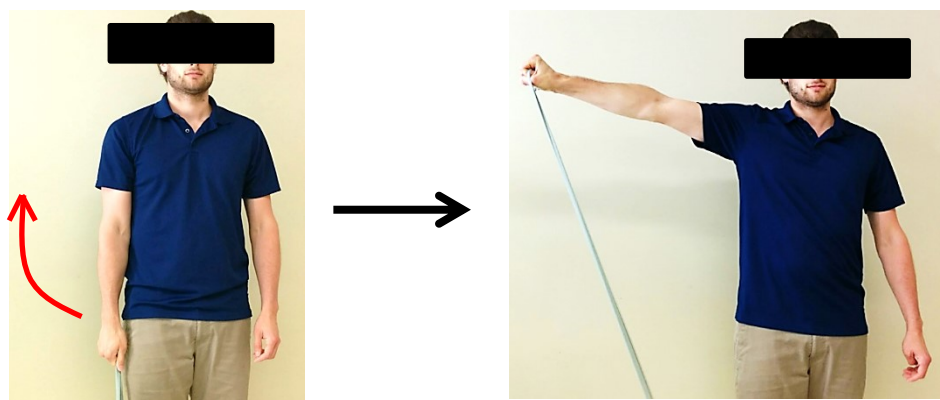
Flexion :

Attachez l'élastique à un objet à l'arrière de vous. Lever le bras vers l'avant jusqu'à 90°. Répétez ce mouvement avec un élastique jaune à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Abduction :

Attachez l'élastique du côté opposé à l'épaule douloureuse. Lever le bras sur le côté du corps, jusqu'à 90°. Répétez ce mouvement avec un élastique jaune à raison de 3 séries de 10 répétitions.

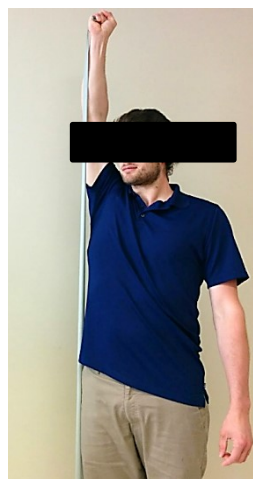


Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au deuxième niveau.

Deuxième niveau

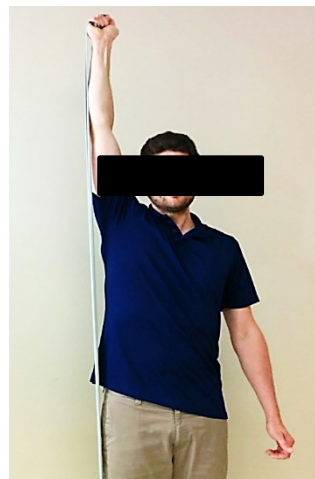
Flexion :

Attachez l'élastique à un objet à l'arrière de vous. Lever le bras vers l'avant et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique jaune à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Abduction :

Attachez l'élastique du côté opposé à l'épaule douloureuse. Lever le bras sur le côté du corps et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique jaune à raison de 3 séries de 10 répétitions.



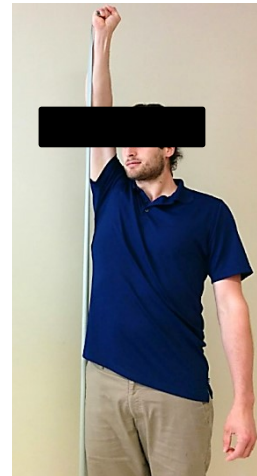
Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au troisième niveau.

Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez au premier niveau.

Troisième niveau

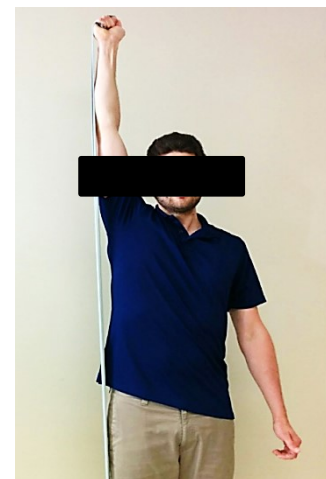
Flexion :

Attachez l'élastique à un objet à l'arrière de vous. Lever le bras vers l'avant et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique rouge à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Abduction :

Attachez l'élastique du côté opposé à l'épaule douloureuse. Lever le bras sur le côté du corps et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique rouge à raison de 3 séries de 10 répétitions.



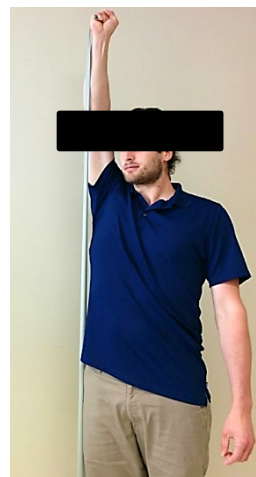
Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au quatrième niveau.

Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez deuxième niveau.

Quatrième niveau

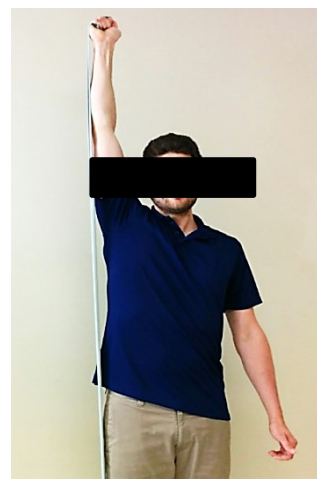
Flexion :

Attachez l'élastique à un objet à l'arrière de vous. Lever le bras vers l'avant et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique bleu à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Abduction :

Attachez l'élastique du côté opposé à l'épaule douloureuse. Lever le bras sur le côté du corps et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique bleu à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez troisième niveau.

ANNEXE 4

Programme d'exercices « RCEx+coactivation »

Projet 2017-1404

PROGRAMME D'EXERCICES POUR TENDINOPATHIE DE LA COIFFE DES ROTATEURS

- **Premier document : Renforcement scapulaire – P.2**
- **Deuxième document : Renforcement des rotations – P. 6**
- **Troisième document : Renforcement flexion et abduction – P.10**

Débuter le premier document au premier niveau. Lorsque l'exécution de 10 mouvements de flexion et d'abduction est possible et sans douleur, vous pouvez débiter les exercices du deuxième document, tout en poursuivant ceux du premier.

4. Faire les exercices à tous les jours.
5. Vous pouvez mettre 15 minutes de glace, enveloppée d'une serviette mouillée, sur votre épaule à la fin des exercices s'il y a présence de douleur.
6. Contactez votre thérapeute attitré si vous avez des questions ou inquiétudes.

Pour plus d'informations concernant le programme d'exercices, contactez :

Sonia Bédard,
Assistante de recherche



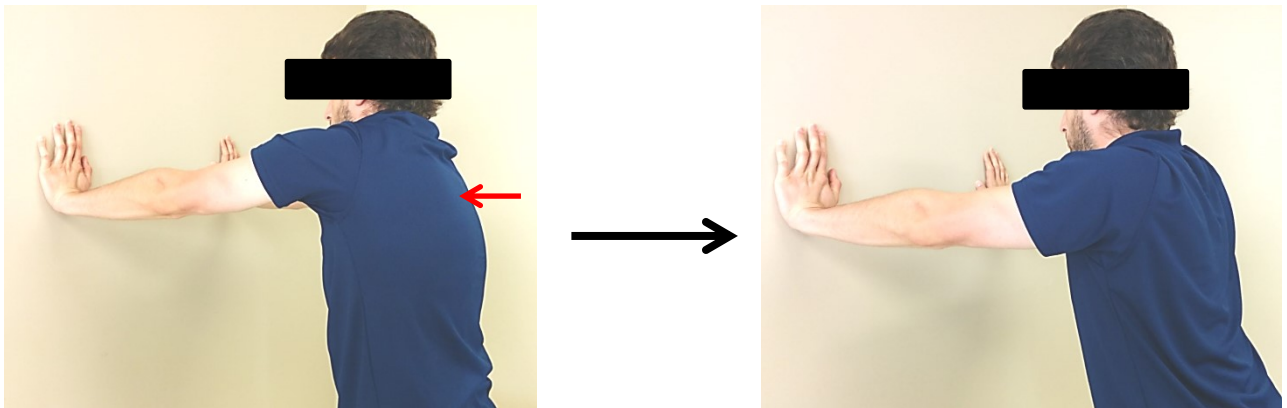
PROGRAMME D'EXERCICES – Renforcement scapulaire

Lors de l'exécution des exercices, s'assurer d'avoir une posture adéquate.

Premier niveau

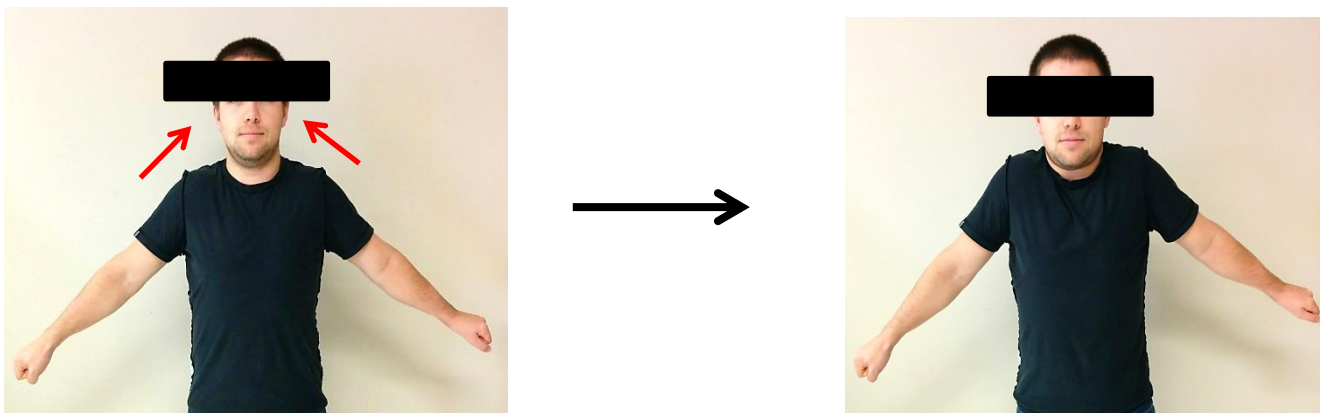
Push-up au mur :

Débutez face à un mur avec les mains sur le mur et les coudes tendus. Gardez les coudes tendus et avancer le tronc vers le mur puis repoussez-vous. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Élévation des omoplates :

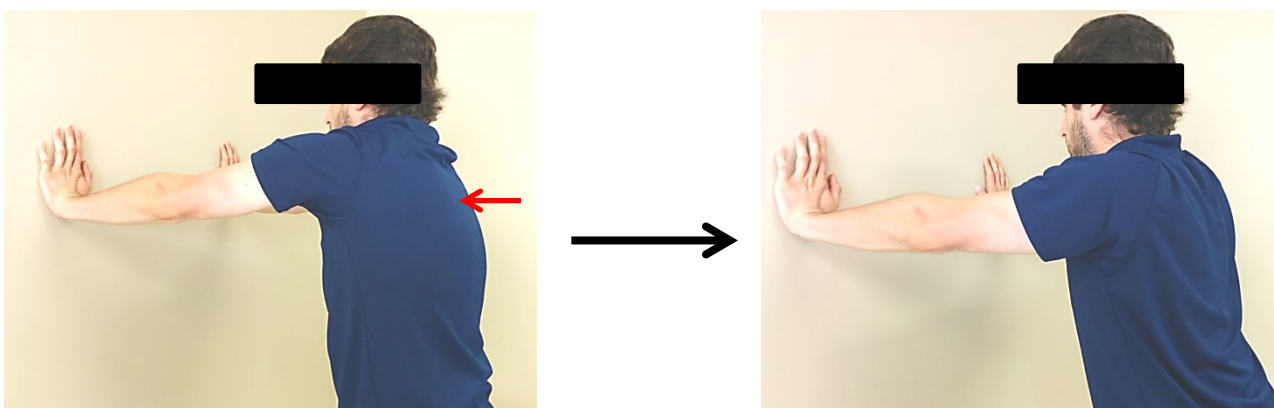
Débutez face à un miroir avec les bras légèrement décollés du corps et les coudes tendus. Levez les épaules en les orientant vers les oreilles, puis redescendez-les. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Deuxième niveau

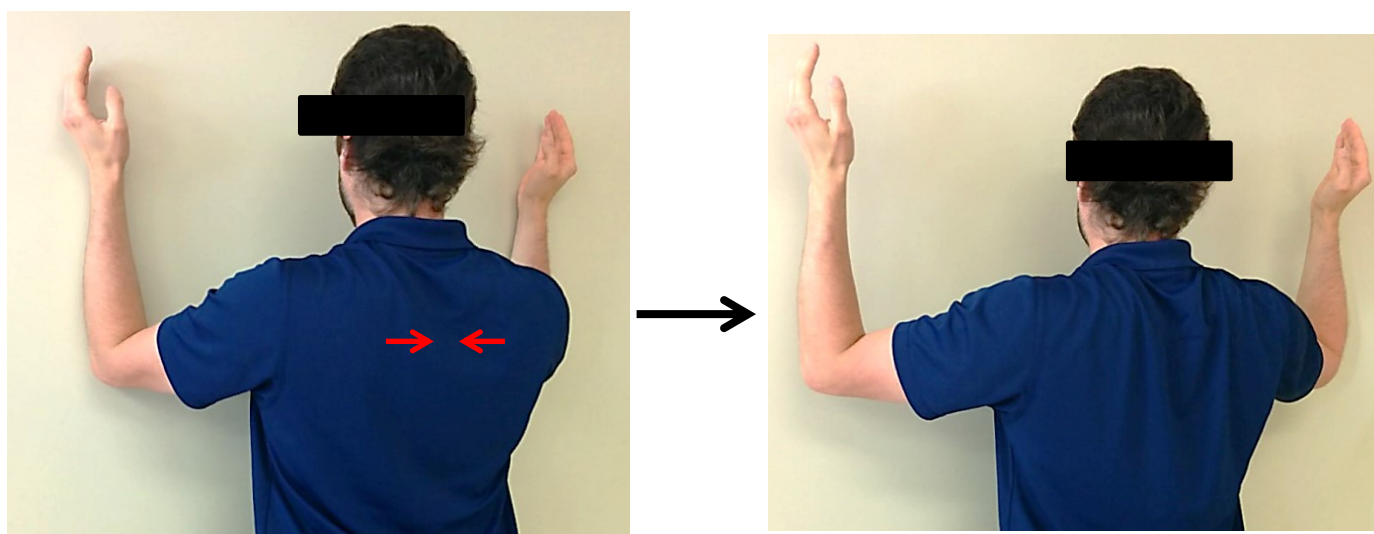
Push-up au mur :

Débutez face à un mur avec les mains sur le mur et les coudes tendus. Gardez les coudes tendus et avancer le tronc vers le mur puis repoussez-vous. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Rétraction des omoplates :

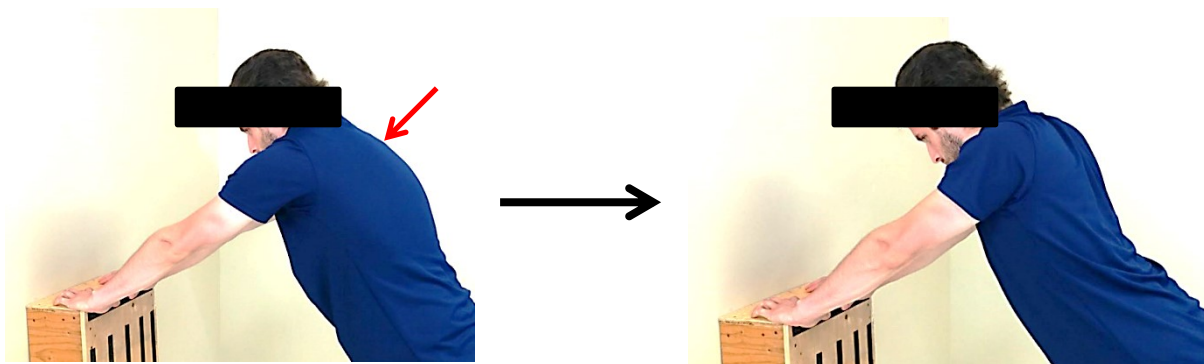
Débutez face à un mur, les avant-bras collés au mur, les coudes pliés à 90°. Coller les omoplates en décollant les avant-bras du mur, puis recoller les avant-bras au mur. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Troisième niveau

Push-up oblique :

Débutez face à un divan ou tout objet permettant une légère inclinaison du corps. Avoir les mains sur le mur et les coudes tendus. Gardez les coudes tendus et avancer le tronc vers le divan puis repoussez-vous. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Rétraction des omoplates :

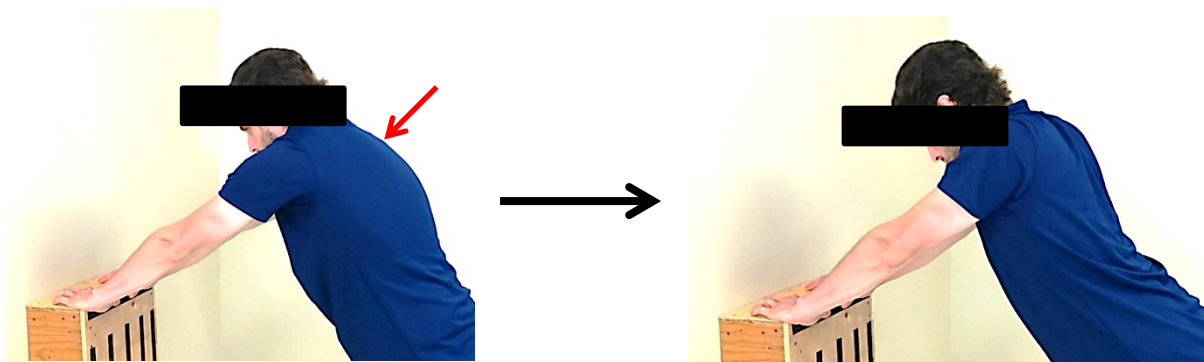
Débutez face à un mur, les avant-bras collés au mur, bras dans les airs. Coller les omoplates en décollant les avant-bras du mur, puis recoller les avant-bras au mur. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Quatrième niveau

Push-up oblique :

Débutez face à un divan ou tout objet permettant une légère inclinaison du corps. Avoir les mains sur le mur et les coudes tendus. Gardez les coudes tendus et avancer le tronc vers le divan puis repoussez-vous. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Rétraction des omoplates :

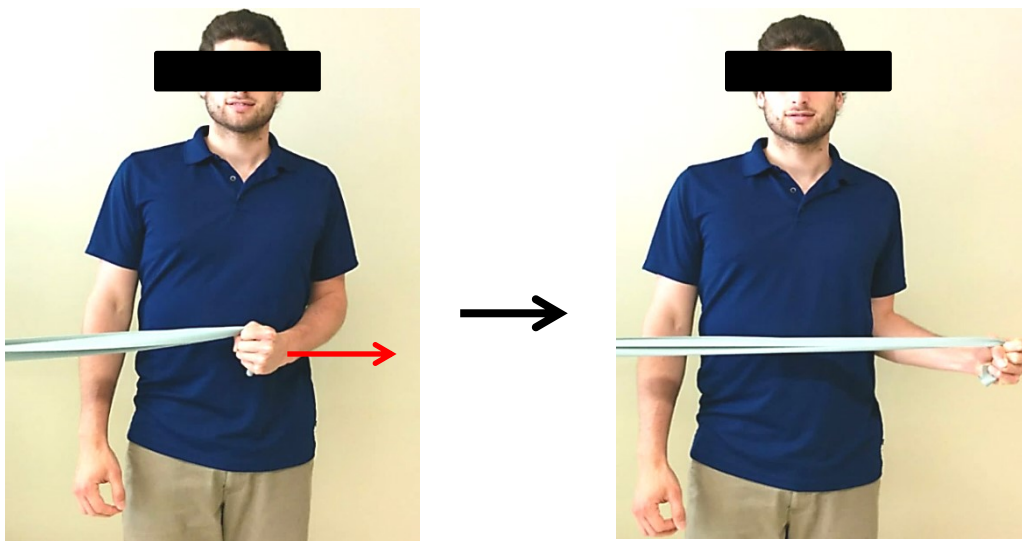
Débutez couché sur le ventre, les bras à la hauteur des épaules. Coller les omoplates en y entraînant les bras. Revenir à la position initiale. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Premier niveau

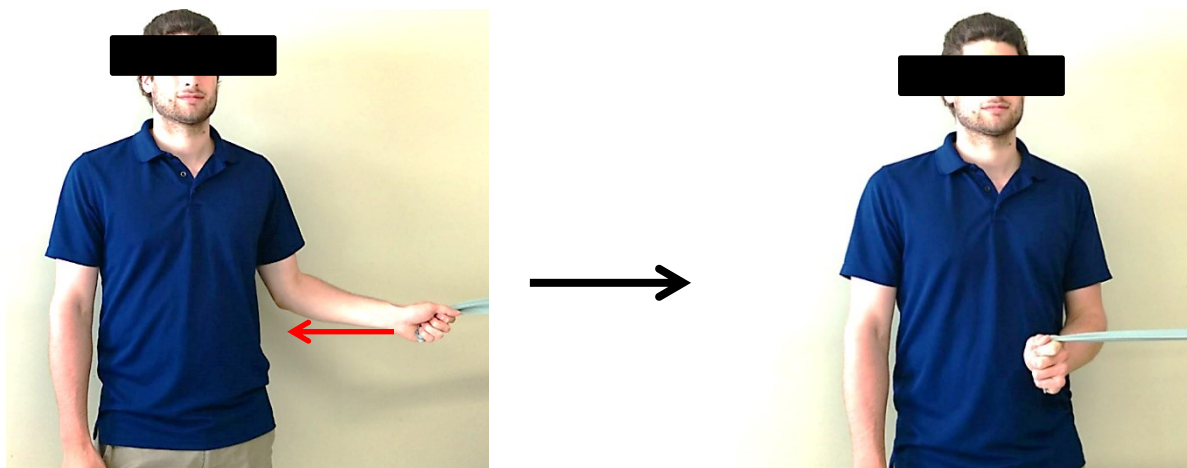
Renforcement de la rotation externe

Attachez un élastique à la hauteur de votre coude sur le côté. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Faites la rotation externe avec un élastique jaune en s'assurant que le bras ne décolle pas du corps. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Renforcement de la rotation interne

Attachez un élastique à la hauteur de votre coude sur le côté. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Faites la rotation interne avec un élastique jaune en s'assurant que le bras ne décolle pas du corps. Faites 3 séries de 10 répétitions.

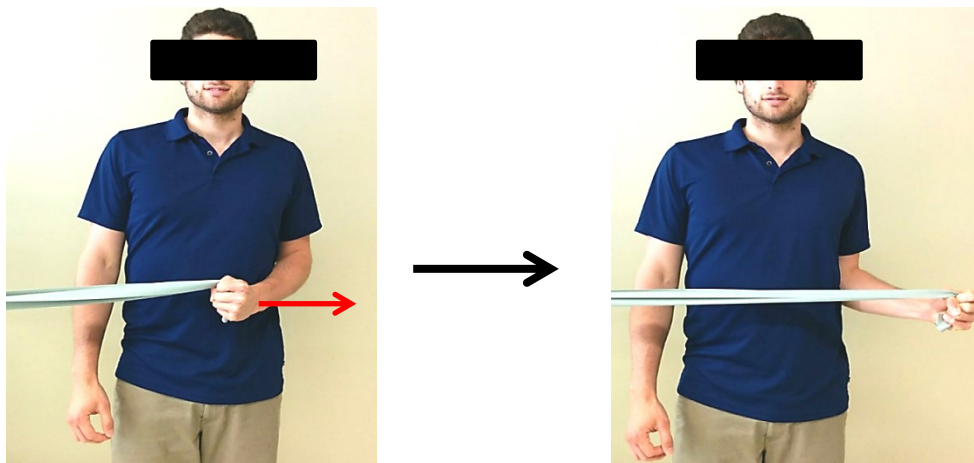


Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au deuxième niveau.

Deuxième niveau

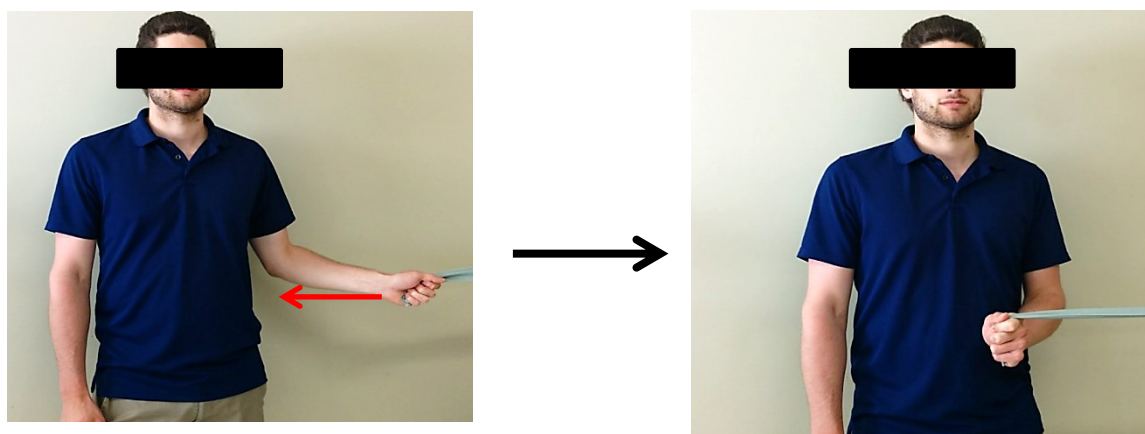
Renforcement de la rotation externe

Attachez un élastique à la hauteur de votre coude sur le côté. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Faites la rotation externe avec un élastique rouge en s'assurant que le bras ne décolle pas du corps. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Renforcement de la rotation interne

Attachez un élastique à la hauteur de votre coude sur le côté. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Faites la rotation interne avec un élastique rouge en s'assurant que le bras ne décolle pas du corps. Faites 3 séries de 10 répétitions.



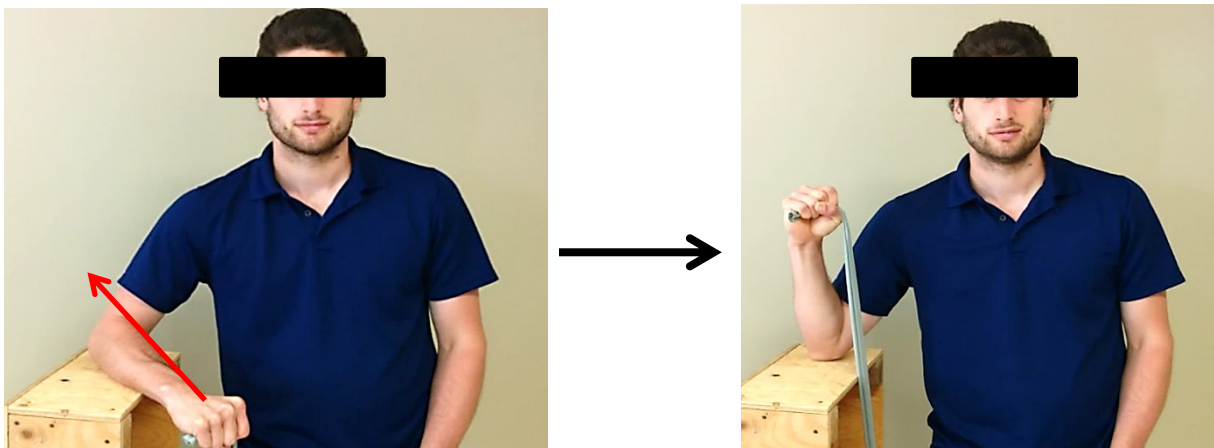
Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au troisième niveau.

Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez au premier niveau.

Troisième niveau

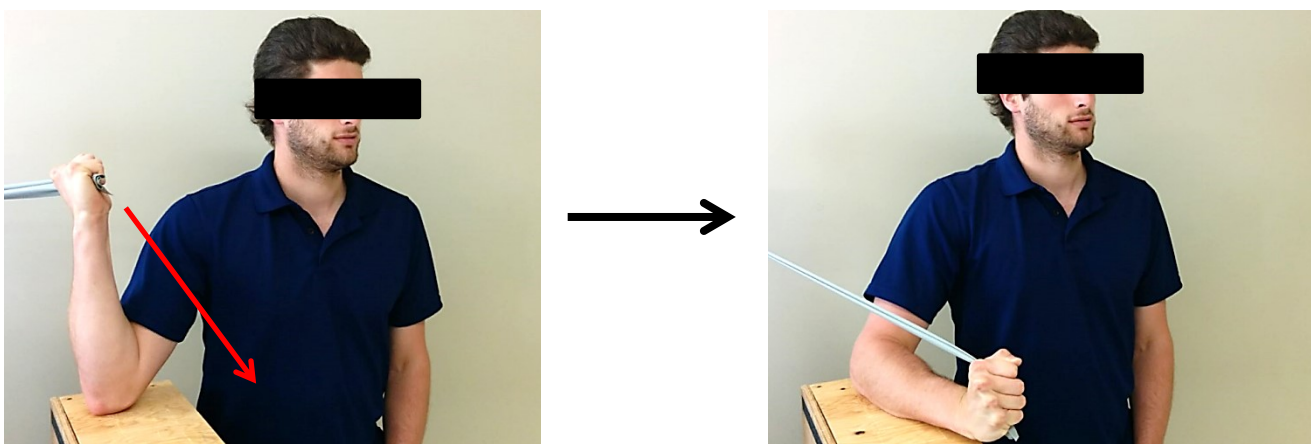
Renforcement de la rotation externe

Assoyez-vous de côté à une table avec l'avant-bras reposant sur la table. Le bras doit être à environ 30° par rapport au corps. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Faites la rotation externe avec un élastique rouge. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Renforcement de la rotation interne

Assoyez-vous de côté à une table avec l'avant-bras reposant sur la table. Le bras doit être à environ 30° par rapport au corps. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Faites la rotation interne avec un élastique rouge. Faites 3 séries de 10 répétitions.



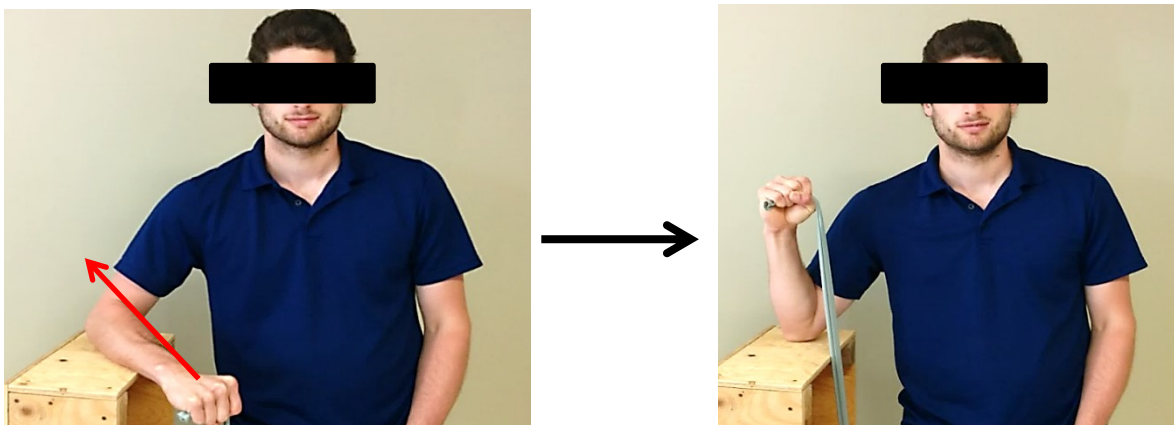
Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au quatrième niveau.

Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez au deuxième niveau.

Quatrième niveau

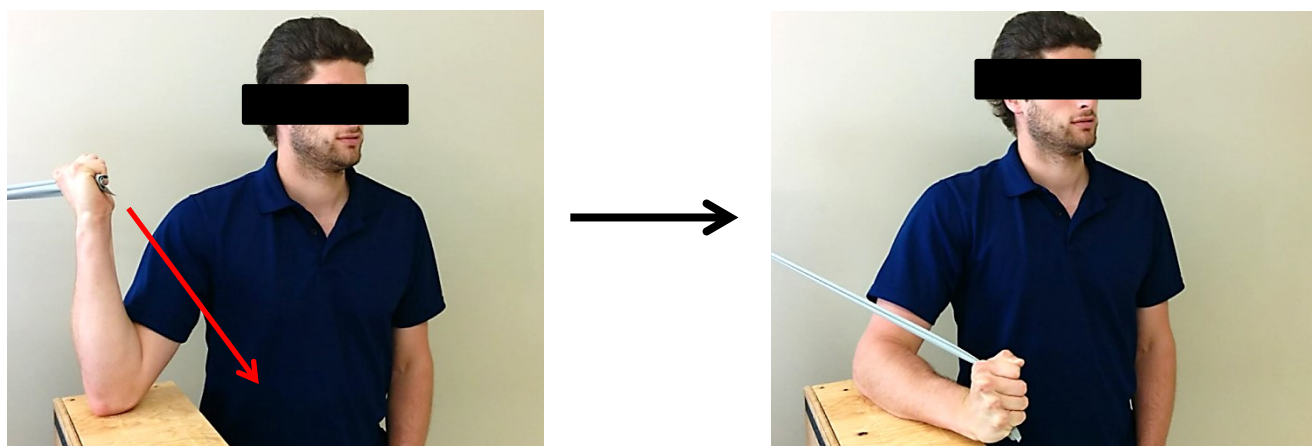
Renforcement de la rotation externe

Assoyez-vous de côté à une table avec l'avant-bras reposant sur la table. Le bras doit être à environ 30° par rapport au corps. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Faites la rotation externe avec un élastique bleu. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Renforcement de la rotation interne

Assoyez-vous de côté à une table avec l'avant-bras reposant sur la table. Le bras doit être à environ 30° par rapport au corps. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Faites la rotation interne avec un élastique bleu. Faites 3 séries de 10 répétitions.



Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au quatrième niveau.

Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez au deuxième niveau.

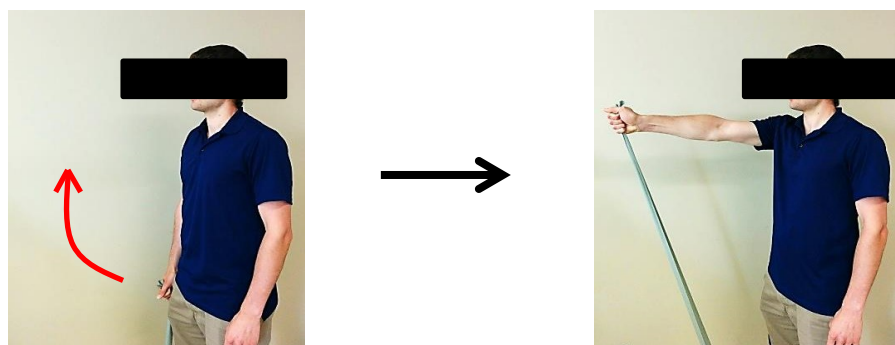
PROGRAMME D'EXERCICES – Flexion et abduction

Une fois la possibilité d'effectuer 10 flexions et 10 abductions avec une douleur inférieure à 4/10 et qui diminue en moins de 15 minutes, débutez le renforcement de la flexion et de l'abduction.

Premier niveau

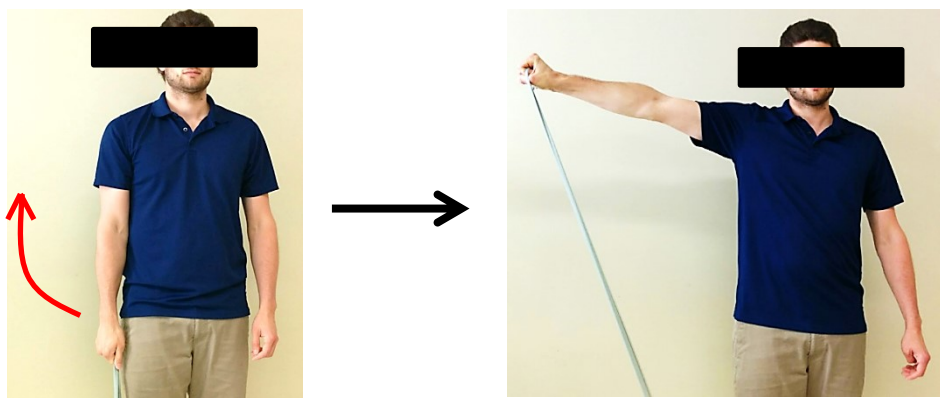
Flexion :

Attachez l'élastique à un objet à l'arrière de vous. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Lever le bras vers l'avant jusqu'à 90°. Répétez ce mouvement avec un élastique jaune à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Abduction :

Attachez l'élastique du côté opposé à l'épaule douloureuse. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Lever le bras sur le côté du corps, jusqu'à 90°. Répétez ce mouvement avec un élastique jaune à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au deuxième niveau.

Deuxième niveau

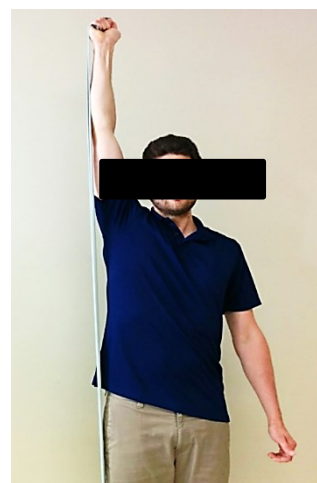
Flexion :

Attachez l'élastique à un objet à l'arrière de vous. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Lever le bras vers l'avant et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique jaune à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Abduction :

Attachez l'élastique du côté opposé à l'épaule douloureuse. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Lever le bras sur le côté du corps et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique jaune à raison de 3 séries de 10 répétitions.



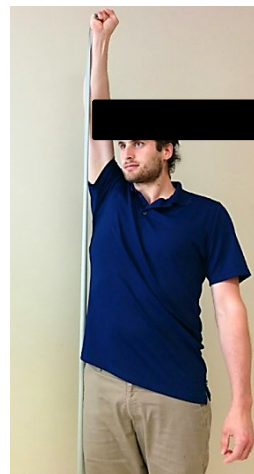
Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au troisième niveau.

Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez au premier niveau.

Troisième niveau

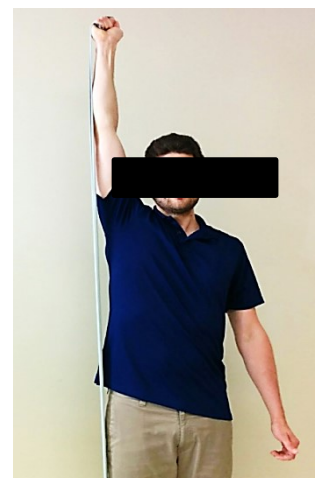
Flexion :

Attachez l'élastique à un objet à l'arrière de vous. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Lever le bras vers l'avant et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique rouge à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Abduction :

Attachez l'élastique du côté opposé à l'épaule douloureuse. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Lever le bras sur le côté du corps et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique rouge à raison de 3 séries de 10 répétitions.



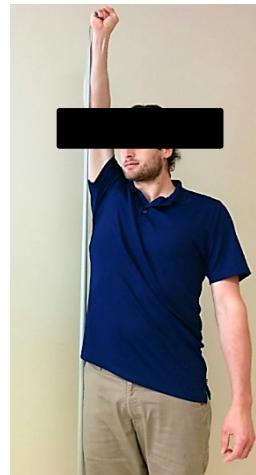
Lorsque vous pouvez effectuer ces exercices sans douleur, passez au quatrième niveau.

Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez deuxième niveau.

Quatrième niveau

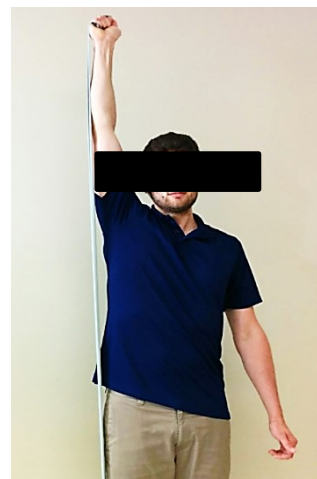
Flexion :

Attachez l'élastique à un objet à l'arrière de vous. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Lever le bras vers l'avant et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique bleu à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Abduction :

Attachez l'élastique du côté opposé à l'épaule douloureuse. Effectuer un abaissement actif de l'épaule pendant cet exercice (comme enseigné). Lever le bras sur le côté du corps et effectuez un mouvement complet. Répétez ce mouvement avec un élastique bleu à raison de 3 séries de 10 répétitions.



Si vous ressentez une douleur supérieure à 4/10 ou une douleur qui demeure plus de 15 minutes après l'arrêt des exercices, passez troisième niveau.